COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 AOUT 1841.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur la polarisation lamellaire; par* M. Biot. (Fin.)

« Dans cette dernière partie de mon travail, je considère d'abord les corps cristallisés dont la forme primitive réunit les conditions suivantes : 1° de contenir une ligne droite, ou axe unique, qui n'ait point d'analogue. 2° que, par un certain point de cet axe unique, et dans un plan qui lui soit normal, on puisse mener deux autres axes rectangulaires entre eux, ou trois autres axes mutuellement inclinés sous des angles de 60°, autour de chacun desquels la forme primitive ait une disposition similaire. Cette définition s'applique à tous les cristaux que les minéralogistes allemands classent dans leur deuxième et leur troisième système cristallin.

» Si l'on conçoit maintenant un cristal, construit avec des polyèdres générateurs ainsi définis, apposés les uns aux autres conformément aux lois de symétrie que leur forme exige, je dis qu'il ne pourra pas exercer la double réfraction moléculaire à deux axes. Car la direction de ces axes étant supposée donnée, on pourra toujours mener en chaque point du cristal un ou plusieurs autres couples de droites, relativement auxquels il sera constitué d'une manière exactement pareille; de sorte que la subdivision qu'il opère dans les rayons lumineux, et le sens de la polarisation qu'il leur

imprime, devraient avoir aussi, avec les différents couples, des relations pareilles et simultanées, ce qui est impossible, puisque ces relations sont absolues pour chaque couple d'axes. Par une raison pareille, si le cristal exerce la double réfraction moléculaire à un seul axe, cet axe ne pourra être que la droite de la forme primitive qui n'a point d'analogue. Car toute droite différente de celle-là étant prise pour axe de double réfraction, il y en aurait toujours une ou plusieurs autres autour desquelles le cristal serait constitué de la même manière et devrait agir similairement. De sorte que les conditions de subdivision et de polarisation qui sont absolues pour tout axe unique, et complétement déterminées par sa direction, devraient se trouver satisfaites simultanément pour différentes droites, ce qui implique une impossibilité manifeste. Si donc, certains corps cristallisés compris dans la définition précédente produisent des phénomènes de polarisation qui ont paru analogues à ceux des cristaux à deux axes, ce doit être parce que l'action moléculaire dépendante de leur axe unique s'est trouvée subsidiairement combinée avec des effets d'agrégation de masse qu'il en faut séparer par l'analyse physique. C'est ce que je vais tâcher de faire ici pour l'Apophyllite, où cette association est telle, qu'on a pu croire que ses cristaux avaient quelquefois deux axes de double réfraction, quelquefois un seul axe, contrairement à toutes les indications minéralogiques tirées de la symétrie de leur forme; et avec des particularités si singulières, qu'aucun corps jusqu'ici connu ne s'est montré plus désespérant pour les cristallographes, ni plus riche en effets optiques pour les physiciens.

» L'Apophyllite, littéralement, *minéral formé de feuillets,* se rencontre en tables carrées à faces parallèles, et en prismes droits à base carrée, modifiés à leurs sommets, ainsi que sur leurs arêtes, par des troncatures généralement symétriques autour de leur axe. Tous ces cristaux se clivent et même se délitent perpendiculairement à l'axe, en sections transversales d'un aspect nacré, que les faces latérales ne présentent jamais, étant d'ailleurs semblables entre elles dans chaque cristal. L'ensemble de ces caractères indique pour forme primitive de l'apophyllite un prisme droit à base carrée, dont Haüy fait la hauteur égale à $\frac{5}{4}$ du côté de la base, pour que les faces secondaires dont l'existence est la plus fréquente s'obtiennent par des conditions simples de décroissement. Mais on va bientôt voir que ces faces, ainsi que le corps même des cristaux d'apophyllite, s'engendrent par un mode d'apposition bien plus merveilleux que ne le suppose cette fiction, appropriée seulement à reproduire leurs formes externes.

» J'ai pu aisément me procurer, dans le commerce, des échantillons sur

lesquels les pointes terminales et pyramidées des prismes surgissent en abondance d'une gangue commune, avec une parfaite limpidité. J'ai trouvé aussi quelques échantillons limpides de la variété tabulaire, offrant des facettes latérales très-nettes, à travers lesquelles on pouvait les observer optiquement aussi bien qu'à travers leurs bases. Mais j'ai surtout été favorisé, sous ce dernier rapport, par la généreuse obligeance de mon ami sir J. Herschel, qui m'a envoyé d'Angleterre les cristaux mêmes où il a découvert autrefois des propriétés si remarquables, et si exceptionnelles, sur la composition des anneaux colorés, formés autour de l'axe des prismes, par la lumière polarisée. Quant aux cristaux prismatiques, complets et transparents, ou offrant au moins une portion de prisme transparente jointe à la pyramide terminale, on m'avait assuré qu'ils étaient d'une rareté désespérante. Mais, heureusement, je me suis aperçu qu'ils sont, au contraire, fort nombreux dans nos collections minéralogiques, quoiqu'on n'y soupçonne pas leur perfection. C'est que, pour découvrir ces précieux cristaux, il ne suffit pas de les regarder superficiellement, tels que le hasard les jette sur leurs gangues. Il faut d'abord les isoler, puis les étudier avec la loupe ou le microscope, comme l'a fait le docteur Brewster, tant pour examiner leur configuration, que pour connaître l'ensemble des actions exercées par leur masse totale sur la lumière polarisée, quand elle y est transmise perpendiculairement à l'axe des prismes. Il faut ensuite joindre à ces données l'observation des phénomènes analogues qui s'opèrent suivant l'axe, soit dans la variété tabulaire, comme l'a fait sir J. Herschel, soit dans les diverses sections extraites d'un même prisme, comme le docteur Brewster. J'ajoute enfin que, pour lier ces résultats entre eux, et avec la double réfraction que l'apophyllite exerce, il faut y appliquer les notions que les cristaux d'alun nous ont fournies, tant sur les modes variés de génération des masses cristallines, que sur le pouvoir polarisant spécial qui s'y développe occasionnellement, et indépendamment de la double réfraction moléculaire, lorsque quelques-unes de leurs parties s'agrégent en systèmes distincts de lames planes, superposées continûment les unes aux autres, en diverses directions. Sans cette analyse intime et complète, le minéralogiste qui s'arrête aux formes ne connaît pas plus un cristal d'apophyllite, qu'on ne connaît une lettre par son enveloppe, un livre par sa couverture, un écrin par l'étui où il est renfermé.

» M. Biot développe par l'expérience les diverses parties du plan qu'il vient de tracer dans cette exposition. Mais les procédés particuliers d'ob-

servation qu'il a employés, et la connexion des résultats qu'il en déduit, ne pourraient qu'être imparfaitement présentés ou saisis dans un simple extrait; et l'on en pourra voir prochainement tous les détails dans son Mémoire, actuellement sous presse. La conséquence générale à laquelle il parvient, c'est que tous les phénomènes optiques opérés par les diverses variétés de cristaux d'apophyllite résultent de la simultanéité des actions moléculaires et non moléculaires, qu'ils exercent sur la lumière polarisée ou naturelle qui traverse leur masse; les premiers dépendant de leur axe de double réfraction unique, qui est attractif, et les autres de l'existence des systèmes lamellaires, qui interviennent toujours dans leur formation. Un de ces systèmes, commun à tous les cristaux d'apophyllite, mais plus ou moins intime, est normal à l'axe attractif, et conséquemment agit toujours en opposition avec lui. De sorte que tous les phénomènes de polarisation qu'on observe dans les rayons lumineux, transmis suivant des directions quelconques à travers la masse totale, ne sont jamais produits par l'une de ces causes seule, mais par leur différence actuelle, combinée avec les actions des divers systèmes obliques à l'axe, que les conditions locales de l'agrégation de la masse développent occasionnellement. L'opposition constante de l'axe attractif et du système normal dans ces cristaux, constitue donc une combinaison analogue à l'action composée de deux prismes dispersifs, dont les angles réfringents sont tournés en sens contraire. Et cette analogie fait concevoir qu'un tel système d'actions, s'exerçant sur des faisceaux lumineux composés de rayons inégalement réfrangibles, doit mêler leurs éléments tout autrement que ne le ferait une action simple, comme en effet cela arrive pour l'apophyllite, dans quelque sens oblique à l'axe qu'on veuille l'observer.

» Pour compléter l'analyse physique de cette opposition singulière, il aurait fallu avoir des cristaux d'apophyllite prismatiques et transparents, dont le volume fût tel qu'on pût mesurer leurs deux réfractions en divers points de leur longueur, où l'inégale intimité de leur système lamellaire transversal fait toujours varier l'intensité des phénomènes de polarisation qu'ils produisent dans ce sens, tantôt irrégulièrement, tantôt suivant certaines périodes d'intermittence régulière, selon les conditions locales dans lesquelles les cristaux se sont formés. On y serait aisément parvenu en appliquant, contre une de leurs faces latérales, un prisme rectangulaire de crown, qui aurait compensé approximativement leurs deux réfractions, en laissant seulement apercevoir leur différence, qui en serait devenue bien plus sensible. Cette observation étant ainsi faite aux divers points de la hau-

teur des prismes, où ils développent dans la lumière polarisée des teintes dissemblables sous une épaisseur constante, on aurait vu d'un seul coup d'œil si cette inégalité modifie sensiblement les intensités absolues des deux réfractions moléculaires; et cette connaissance aurait été utile à la cristallographie autant qu'à la physique. Mais M. Biot n'ayant pas eu à sa disposition de pareils cristaux, il s'est borné à présenter sous forme de questions les points principaux qu'elle aurait pu éclaircir ou résoudre, afin d'en signaler du moins l'importance aux expérimentateurs qui seraient plus favorisés qu'il n'a pu l'être. Et il expose ces questions, à la fin de son Mémoire, dans les termes suivants :

» Premièrement : Dans les substances cristallines à deux axes optiques qui présentent un système lamellaire bien marqué, également incliné sur ces axes, comme les micas et les topazes par exemple, l'angle apparent des axes n'est-il pas sensiblement influencé par l'action propre du système lamellaire combiné avec le pouvoir moléculaire que la forme indique? Ne serait-ce pas pour cela que de telles substances, étudiées dans des échantillons de même forme minéralogique, et d'une même composition chimique fondamentale, présentent de si grandes différences dans les grandeurs des angles compris entre leurs axes conclus de l'observation des anneaux? c'est ce que l'on voit par exemple quand on compare les topazes incolores avec les topazes jaunes, ou même les échantillons de chacune de ces variétés entre elles. Ne serait-ce pas aussi en partie pour cela que les micas à deux axes paraissent, sous ce même rapport, si différents les uns des autres, même dans des cristaux qui se pénètrent? et enfin cette cause n'influe-t-elle pas sensiblement sur la double réfraction apparente, surtout près de ces axes, où l'action réellement moléculaire s'affaiblit progressivement jusqu'à s'évanouir? Les mesures d'écartement des rayons que j'ai faites dans les topazes et que Fresnel a employées, sont, je crois, avec celles qu'il y a ajoutées lui-même, les seules que l'on ait effectuées jusqu'ici dans les cristaux à deux axes optiques; et malheureusement, elles sont toutes bornées à des transmissions opérées suivant les sections principales, hors des conditions où les résultats pourraient être le plus sensiblement influencés par l'intervention des systèmes lamellaires dont on ne soupçonnait pas alors l'action. Il serait donc fort à désirer que ces mesures fussent reprises et étendues, suivant le point de vue que je viens de signaler, pour savoir si, dans le voisinage des axes apparents, elles seraient ou ne seraient pas en exacte conformité avec la loi théorique qu'on y suppose. Car ce point ne peut plus être décidé que par de pareilles mesures et non

par des phénomènes d'anneaux seulement, puisque ceux-ci pourraient bien être influencés par l'action coexistante des systèmes lamellaires sans que la marche des rayons doublement réfractés le fût dans une proportion sensible, et inversement.

» Deuxièmement : Dans les cristaux qui ont un seul axe de double réfraction, et où il existe un clivage lamellaire perpendiculaire à cet axe, l'action de ce système ne modifie-t-elle pas plus ou moins notablement l'intensité propre du pouvoir moléculaire; accroissant ce pouvoir en apparence quand il est répulsif, et l'affaiblissant quand il est attractif, de manière à en présenter une indication inexacte quand on le conclut des seuls phénomènes apparents de polarisation? Même, lorsque de pareilles substances ne peuvent pas être obtenues en cristaux transversalement diaphanes, où l'on puisse observer et mesurer la duplication des images, si l'on y trouve un seul axe répulsif, normal à leurs lames, en le concluant des seuls phénomènes de couleurs, ne pourrait-il pas arriver que l'existence de cet axe ne fût qu'apparente, et que les phénomènes qui le simulent fussent uniquement produits par l'action non moléculaire du système lamellaire? ou bien encore que l'axe moléculaire réel fût attractif, tandis que la résultante observée des deux actions serait répulsive; ce qui intervertirait le rapport qui paraît exister entre le caractère attractif ou répulsif de cet axe, et la proportion de longueur de la droite à laquelle il correspond dans la forme primitive, comme le spath d'Islande et le quartz en offrent l'exemple? Cette dernière cause d'illusion peut très-bien s'être trouvée réalisée pour plusieurs variétés de micas à un axe. Car, parmi un très-grand nombre que j'ai autrefois étudiés, je n'en ai trouvé qu'un seul qui fût attractif: c'est un mica à petites lames verdâtres venant de la vallée d'Alla en Piémont. Or une exception, si particulière, est en elle-même peu vraisemblable; et ce que je viens de dire peut faire très-légitimement présumer qu'elle n'est qu'apparente.

» En résumé : sachant aujourd'hui que les systèmes lamellaires constituants des corps cristallisés peuvent, par eux-mêmes, développer des phénomènes de polarisation indépendants de la double réfraction moléculaire, mais capables de se combiner avec les effets analogues que cette dernière produit, on ne peut plus considérer les résultats complexes de ces deux genres d'action, comme caractéristiques des formes primitives. Et ainsi l'on ne saurait en tirer aucune objection contre la nature de ces formes telle que la cristallographie les assigne, en se fondant sur les rapports de configuration et de structure que les masses cristallines doivent avoir

avec les solides moléculaires, qui les engendrent par apposition. On voit en outre qu'il faut reprendre, avec cette connaissance, les observations de mesures qui ont été précédemment faites sur la marche de la lumière dans les différents corps cristallisés, afin de dépouiller leur action moléculaire de ces effets de masse qui s'y combinent. Cela est surtout essentiel pour les corps dont l'action doublement réfringente est faible. Indépendamment des nouvelles données que cette reprise des anciennes expériences pourrait vraisemblablement fournir à la théorie de la lumière, elle achèverait de fixer avec une entière certitude les lois physiques du mouvement des rayons lumineux dans les cristaux ; lois qui, pour les cristaux à deux axes surtout, ne sont pas encore établies par des mesures assez complètes. »

CALCUL INTÉGRAL. — *Sur la réduction nouvelle de la fonction principale qui vérifie une équation caractéristique homogène, et sur les conséquences qu'entraîne cette réduction; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Dans le dernier *Compte rendu*, j'ai annoncé une réduction nouvelle de la fonction principale qui vérifie une équation caractéristique homogène d'un ordre donné n. Pour obtenir cette réduction, et la déduire de l'intégrale double, à l'aide de laquelle j'ai précédemment représenté cette fonction, il suffit de supposer infiniment petit le rayon ε de la sphère dans laquelle se trouve renfermé l'état initial, et en dehors de laquelle s'évanouit la valeur initiale de la dérivée de la fonction principale de l'ordre $n-1$. Si l'on nomme *surface des ondes* celle que j'ai désignée sous ce nom en 1830, il suffira de promener sur cette surface le centre d'une sphère dont le rayon serait ε, pour que cette sphère engendre une onde qui aura partout la même épaisseur égale au diamètre de la sphère. Or, de la réduction que j'ai obtenue, il résulte que la dérivée de la fonction principale de l'ordre $n-1$ se réduit pour les points situés dans l'intérieur de cette onde à une quantité infiniment petite, et pour les points situés hors de cette même onde à une quantité infiniment petite d'un ordre plus élevé. Mais, cette dernière pouvant toujours être négligée par rapport à une quantité infiniment petite d'ordre moindre, on doit en conclure que la dérivée de l'ordre $n-1$ de la fonction principale s'évanouit toujours hors de l'onde dont nous avons parlé, quelle que soit sa forme, et même entre les diverses nappes de cette onde; par conséquent elle s'évanouit, dans l'hypothèse admise, pour tous les points qui ne sont pas infiniment rapprochés de la surface des

ondes, telle que je l'ai définie dans le Bulletin de M. de Férussac du mois d'avril 1830.

» La fonction principale étant déterminée comme je viens de le dire, dans le cas où le rayon ε est infiniment petit; pour étendre cette détermination et les conclusions précédemment obtenues au cas où l'état initial est quelconque, il suffit de recourir aux formules de transformation que j'ai données dans une des précédentes séances.

» Le Mémoire où ces divers résultats seront exposés en détail devant être publié en entier dans les *Exercices d'Analyse et de Physique mathématique*, je me contenterai d'indiquer ici brièvement les formules auxquelles je parviens et les théorèmes qui s'en déduisent.

ANALYSE.

PREMIÈRE PARTIE. — PRÉLIMINAIRES.

§ Ier. *Théorèmes d'analyse et de géométrie.*

» Soient

$$x,\ y,\ z$$

trois coordonnées rectangulaires, liées aux trois coordonnées polaires

$$p,\ q,\ r$$

par les équations connues

$$x = ur,\quad y = vr,\quad z = wr,$$

dans lesquelles on a

$$u = \cos p,\quad v = \sin p \cos q,\quad w = \sin p \sin q. \tag{1}$$

Soient de plus

$$s = \mathcal{F}(x,\ y,\ z)$$

une certaine fonction des coordonnées rectangulaires x, y, z; et $\mathfrak{R}$ la racine positive de l'équation

$$\mathfrak{R}^2 = (D_x s)^2 + (D_y s)^2 + (D_z s)^2. \tag{2}$$

La formule

$$s = 0 \tag{3}$$

représentera une certaine surface courbe LMN; et si, les valeurs des coordonnées polaires p, q sont précisément celles qui déterminent la direction de la normale menée à la surface courbe LMN par le point (x, y, z), on aura

$$(4) \qquad \frac{u}{D_x \mathrm{S}} = \frac{v}{D_y \mathrm{S}} = \frac{w}{D_z \mathrm{S}} = \pm \frac{1}{\mathfrak{R}}.$$

Enfin, si l'on nomme x, y, z les coordonnées courantes du plan tangent mené à la surface courbe par le point (x, y, z), l'équation de ce plan sera

$$(5) \qquad u(\mathrm{x} - x) + v(\mathrm{y} - y) + w(\mathrm{z} - z) = 0,$$

et pourra être présentée sous la forme

$$(6) \qquad u\mathrm{x} + v\mathrm{y} + w\mathrm{z} = \theta,$$

θ déterminant une fonction déterminée des angles p, q, savoir, celle à laquelle on parvient quand on élimine x, y, z de l'expression

$$ux + vy + wz$$

à l'aide des formules (3) et (4). Ajoutons que, pour retrouver l'équation (3), il suffira d'éliminer p, q entre l'équation

$$(7) \qquad ux + vy + wz = \theta,$$

et les dérivées de cette dernière différentiée successivement par rapport à p et par rapport à q. Cela posé, on établira sans peine, soit à l'aide de l'analyse seule, soit à l'aide de la géométrie et de l'analyse combinées ensemble, les propositions suivantes.

» 1[er] *Théorème.* Si le point (x, y, z) est situé non plus sur la surface LMN représentée par l'équation (3), mais à une très-petite distance de cette surface, S cessera de s'évanouir; et, si l'on nomme ρ la distance dont il s'agit, on aura sensiblement

$$(8) \qquad \rho = \pm \frac{\mathrm{S}}{\mathfrak{R}},$$

la valeur de $\mathfrak{R}$ étant tirée de la formule (2).

» 2me *Théorème.* Si, le point (x, y, z) étant situé sur la surface LMN, le plan tangent mené à cette surface ne la traverse pas, l'aire de la section faite dans la surface par un plan parallèle mené à la distance ρ du premier sera sensiblement proportionnelle à cette distance quand celle-ci deviendra très-petite. Alors en effet cette même aire sera sensiblement égale au produit

$$\Theta \rho,$$

Θ désignant l'aire de l'ellipse dont les coordonnées courantes

$$\mathrm{x}, \mathrm{y}, \mathrm{z}$$

vérifieront le système des deux équations

$$(9) \quad \left\{ \begin{array}{c} \mathrm{x}^2 D_x^2 \mathcal{S} + \mathrm{y}^2 D_y^2 \mathcal{S} + \mathrm{z}^2 D_z^2 \mathcal{S} + 2\mathrm{yz} D_y D_z \mathcal{S} + 2\mathrm{zx} D_z D_x \mathcal{S} + 2\mathrm{xy} D_x D_y \mathcal{S} = \pm 2\mathfrak{R}, \\ \mathrm{x} D_x \mathcal{S} + \mathrm{y} D_y \mathcal{S} + \mathrm{z} D_z \mathcal{S} = 0. \end{array} \right.$$

» On peut observer que l'ellipse dont il s'agit ici est précisément celle qui a été nommée *indicatrice* par M. Charles Dupin, et que des équations (10) la première représente la surface d'un ellipsoïde, la seconde un plan diamétral de ce même ellipsoïde.

» Observons encore que la valeur de Θ, telle qu'elle se trouve définie dans le théorème précédent, se réduit à une fonction de x, y, z, qui est complétement déterminée quand la fonction $\mathcal{F}(x, y, z)$ est connue. On pourra donc calculer la fonction de x, y, z représentée par Θ, non-seulement pour un point situé sur la surface LMN, mais encore pour un point situé hors de cette surface.

» 3e *Théorème.* Si le point (x, y, z) est situé hors de la surface LMN, mais à une très-petite distance ρ de cette surface, et de manière à pouvoir devenir le sommet d'un cône à base finie circonscrit à la surface LMN, la courbe de contact de cette surface et de la surface conique sera généralement très-peu différente d'une ellipse, et l'aire de cette ellipse sera sensiblement égale au produit

$$\Theta \rho.$$

» 4e *Théorème.* Si l'on promène sur la surface LMN le centre d'une sphère dont le rayon soit s, l'espace traversé par cette sphère sera limité par deux enveloppes, l'une intérieure, l'autre extérieure, et la normale

menée par un point quelconque à la surface LMN sera en même temps normale aux deux enveloppes, qu'elle traversera en deux points dont la distance sera le diamètre $2s$ de la sphère génératrice. L'espace dont il s'agit sera donc une espèce d'*onde* qui offrira partout la même épaisseur. Ajoutons que, pour obtenir l'enveloppe extérieure ou intérieure de cette onde, il suffira de promener dans l'espace le plan représenté non plus par l'équation (7), mais par la suivante

$$(10)\qquad ux + vy + wz = \theta \pm s,$$

c'est-à-dire, d'éliminer les angles p, q entre cette équation et ses deux dérivées relatives à ces angles. L'équation (9) elle-même sera celle d'un plan tangent à l'enveloppe extérieure ou intérieure de l'onde, et séparé, par la distance s, du plan parallèle et tangent à la surface LMN.

» 5ᵉ *Théorème*. Les mêmes choses étant posées que dans les théorèmes 3 et 4, et la distance s étant très-petite, ainsi que ρ, si le point (x, y, z) devient le sommet d'un cône à base finie, circonscrit, non plus à la surface LMN, mais à l'enveloppe extérieure de l'onde, dont l'épaisseur est $2s$, l'aire de contact de cette enveloppe et de la surface conique se réduira sensiblement à une ellipse, et l'aire de cette ellipse sera sensiblement égale au produit

$$\Theta(\rho - s),$$

ρ désignant toujours la distance du point (x, y, z) à la surface LMN.

§ II. *Théorèmes de calcul intégral.*

» Considérons l'intégrale définie

$$(1)\qquad \int_{\xi}^{x} f(x, t)\, dx,$$

dans laquelle

$$\xi,\ x$$

désignent deux valeurs réelles de la variable x, et $f(x, t)$ une fonction réelle des deux variables x, t liées entre elles par une certaine équation caractéristique

$$(2)\qquad F(x, t) = 0.$$

Soient d'ailleurs

$$\tau, \ \mathrm{t}$$

les valeurs particulières de la variable t correspondantes aux valeurs particulières

$$\xi, \ \mathrm{x}$$

de la variable x; et supposons, pour fixer les idées, que dans l'intégrale (1) la seconde limite surpasse la première, en sorte qu'on ait

$$\mathrm{x} > \xi.$$

Si, tandis que x varie et croît en passant de la limite ξ à la limite x, la variable t est toujours croissante ou toujours décroissante; chacune des dérivées

$$\mathrm{D}_t x, \quad \mathrm{D}_x t$$

sera toujours positive dans le premier cas, toujours négative dans le second, entre les limites des intégrations, et l'on aura

$$(3) \qquad \int_{\xi}^{\mathrm{x}} \mathrm{f}(x, t)\, dx = \int_{\tau}^{\mathrm{t}} \mathrm{f}(x, t)\, \mathrm{D}_t x\, dt,$$

ou, ce qui revient au même,

$$(4) \qquad \int_{\xi}^{\mathrm{x}} \mathrm{f}(x, t)\, dx = \int_{\tau}^{\mathrm{t}} \frac{\mathrm{f}(x, t)}{\mathrm{D}_x t}\, dt.$$

Or on conclut de cette dernière formule, 1° lorsqu'on a $\mathrm{t} > \tau$, et par suite $\mathrm{D}_x t > 0$,

$$\int_{\xi}^{\mathrm{x}} \mathrm{f}(x, t)\, dx = \int_{\tau}^{\mathrm{t}} \frac{\mathrm{f}(x, t)}{\sqrt{(\mathrm{D}_x t)^2}}\, dt;$$

2° lorsqu'on a $\mathrm{t} < \tau$, et par suite $\mathrm{D}_x t < 0$,

$$\int_{\xi}^{\mathrm{x}} \mathrm{f}(x, t)\, dx = \int_{\mathrm{t}}^{\tau} \frac{\mathrm{f}(x, t)}{\sqrt{(\mathrm{D}_x t)^2}}\, dt.$$

Si l'on nomme a la plus petite et b la plus grande des deux valeurs ex-

trêmes τ, t de la nouvelle variable t, on aura dans les deux cas

$$\int_{\xi}^{\mathrm{x}} \mathrm{f}(x, t)\, dx = \int_{a}^{b} \frac{\mathrm{f}(x, t)}{\sqrt{(\mathrm{D}_x t)^2}}\, dt.$$

On peut donc énoncer la proposition suivante.

» 1er *Théorème.* Soient x, t deux variables réelles liées entre elles par une certaine équation caractéristique, $\mathrm{f}(x, t)$ une fonction réelle de ces mêmes variables, et

$$\xi,\ \mathrm{x}$$

deux valeurs particulières de x, dont la seconde surpasse la première, en sorte qu'on ait

$$\mathrm{x} > \xi.$$

Supposons d'ailleurs que la variable t, considérée comme fonction de x, soit toujours croissante ou toujours décroissante, tandis que l'on fait croître x entre les limites

$$x = \xi, \quad x = \mathrm{x}.$$

Enfin nommons a la plus petite et b la plus grande des valeurs extrêmes de la variable t, correspondantes aux valeurs extrêmes ξ et x de la variable x, de sorte qu'on ait encore

$$b > a.$$

On trouvera

$$(5) \qquad \int_{\xi}^{\mathrm{x}} \mathrm{f}(x, t)\, dx = \int_{a}^{b} \frac{\mathrm{f}(x, t)}{\sqrt{(\mathrm{D}_x t)^2}}\, dt.$$

» *Corollaire.* Si la fonction $\mathrm{f}(x, t)$ était du nombre de celles que l'on rencontre souvent dans les questions de physique mathématique, et s'évanouissait toujours, pour des valeurs de t situées hors de certaines limites

$$t = \alpha, \quad t = 6 > \alpha;$$

alors, en vertu de l'équation (5), on aurait premièrement

$$(6) \qquad \int_{\xi}^{\mathrm{x}} \mathrm{f}(x, t)\, dx = 0,$$

si α et ε étaient situés hors des limites a, b; secondement

$$(7)\qquad \int_{\xi}^{\mathrm{x}} \mathrm{f}(x, t)\, dx = \int_{\alpha}^{b} \frac{\mathrm{f}(x, t)}{\sqrt{(\mathrm{D}_x t)^2}}\, dt,$$

si α seul était compris entre les limites a, b; troisièmement

$$(8)\qquad \int_{\xi}^{\mathrm{x}} \mathrm{f}(x, t)\, dx = \int_{a}^{\varepsilon} \frac{\mathrm{f}(x, t)}{\sqrt{(\mathrm{D}_x t)^2}}\, dt,$$

si ε seul était compris entre les limites a, b; enfin, quatrièmement,

$$(9)\qquad \int_{\xi}^{\mathrm{x}} \mathrm{f}(x, t)\, dx = \int_{\alpha}^{\varepsilon} \frac{\mathrm{f}(x, t)}{\sqrt{(\mathrm{D}_x t)^2}}\, dt,$$

si α, ε étaient tous deux compris entre les limites a et b.

» Jusqu'ici nous avons supposé que la variable t, considérée comme fonction de x, en vertu de l'équation caractéristique, était toujours croissante ou toujours décroissante, tandis que la variable x croissait en passant de la limite ξ à la limite x. Considérons maintenant le cas où cette condition ne serait pas remplie, et où, en passant de la limite ξ à la limite x, la variable x acquerrait successivement diverses valeurs

$$\xi_1,\ \xi_2,\ \xi_3, \ldots,\ \xi_n$$

correspondantes à des valeurs *maxima* ou *minima*

$$\tau_1,\ \tau_2,\ \tau_3, \ldots,\ \tau_n$$

de la variable t. Alors chacune des fonctions dérivées

$$\mathrm{D}_t x,\quad \mathrm{D}_x t$$

conserverait le même signe, tandis que x varierait entre deux limites représentées par deux termes consécutifs de la suite

$$\xi,\ \xi_1,\ \xi_2,\ \xi_3, \ldots,\ \xi_n,\ \mathrm{x},$$

et, après avoir décomposé l'intégrale (1) en plusieurs parties à l'aide de la formule

$$(10)\quad \int_{\xi}^{\mathrm{x}} \mathrm{f}(x, t)\, dx = \int_{\xi}^{\xi_1} \mathrm{f}(x, t)\, dx + \int_{\xi_1}^{\xi_2} \mathrm{f}(x, t)\, dx + \ldots + \int_{\xi_n}^{\mathrm{x}} \mathrm{f}(\mathrm{x}, \mathrm{t})\, dx,$$

on pourrait appliquer à chacune de ces parties le théorème 1[er]. On se trouvera ainsi conduit à cet autre théorème.

» 2[me] *Théorème.* Soient x, t deux variables réelles liées entre elles par une certaine équation caractéristique, $\mathrm{f}(x, t)$ une fonction réelle de ces mêmes variables, et

$$\xi, \mathrm{x}$$

deux valeurs particulières de x dont la seconde surpasse la première, en sorte qu'on ait

$$\mathrm{x} > \xi.$$

Soient d'ailleurs, entre les limites ξ et x,

$$\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n$$

les valeurs successives de x pour lesquelles t, considérée comme fonction de x, devient un maximum ou un minimum; enfin soient

$$\tau_1, \tau_2, \ldots, \tau_n$$

les valeurs correspondantes de y, propres à représenter des maxima ou minima de la variable t. Si l'on nomme

$$a, b$$

deux termes consécutifs de la suite

$$\tau, \tau_1, \tau_2, \ldots, \tau_n, \mathrm{t}, \tag{11}$$

a étant le plus petit de ces deux termes, et b le plus grand, on aura

$$\int_{\xi}^{\mathrm{x}} \mathrm{f}(x, t)\, dt = \sum \int_a^b \frac{\mathrm{f}(x, t)}{\sqrt{(\mathrm{D}_x t)^2}}\, dt, \tag{12}$$

le signe Σ indiquant une somme d'intégrales correspondantes aux divers systèmes de valeurs de a et de b.

» *Corollaire* 1[er]. Supposons, par exemple, que n étant égal à 2, la variable t, considérée comme fonction de x, devienne un maximum pour

$x = \xi_1$, et un minimum pour $x = \xi_2$; alors la formule (12) donnera

$$\int_{\xi}^{x} \mathrm{f}(x, t)\, dx = \int_{\tau}^{\tau_1} \frac{\mathrm{f}(x, t)}{\sqrt{(\mathrm{D}_x t)^2}}\, dt + \int_{\tau_2}^{\tau_1} \frac{\mathrm{f}(x, t)}{\sqrt{(\mathrm{D}_x t)^2}}\, dt + \int_{\tau_2}^{\mathrm{t}} \frac{\mathrm{f}(x, t)^2}{\sqrt{(\mathrm{D}_x t)^2}}\, dt.$$

» *Corollaire* 2me. Si la fonction $\mathrm{f}(x, t)$ était du nombre de celles que l'on rencontre souvent dans les questions de physique mathématique, et s'évanouissait hors de certaines limites

$$t = \alpha, \quad t = \mathcal{C} > \alpha,$$

alors dans le second membre de la formule (12), chaque intégrale de la forme

$$\int_{a}^{b} \frac{\mathrm{f}(x, t)^2}{\sqrt{(\mathrm{D}_x t)^2}}\, dt$$

pourrait être remplacée par zéro, lorsque α, $\mathcal{C}$ seraient situés hors des limites a, b; par une intégrale de la forme

$$\int_{\alpha}^{b} \frac{\mathrm{f}(x, t)^2}{\sqrt{(\mathrm{D}_x t)^2}}\, dt, \qquad \text{ou} \qquad \int_{a}^{\mathcal{C}} \frac{\mathrm{f}(x, t)^2}{\sqrt{(\mathrm{D}_x t)^2}}\, dt,$$

si α seul, ou $\mathcal{C}$ seul était renfermé entre les limites a, b; enfin par l'intégrale

$$\int_{\alpha}^{\mathcal{C}} \frac{\mathrm{f}(x, t)}{\sqrt{(\mathrm{D}_x t)^2}}\, dt,$$

si α et $\mathcal{C}$ étaient renfermés tous deux entre ces limites.

» *Corollaire* 3me. Les mêmes choses étant posées que dans le 2e théorème, si le facteur $\mathrm{f}(x, t)$ s'évanouit pour une valeur quelconque de t, renfermée entre la plus petite et la plus grande des quantités

$$\tau, \ \tau_1, \ \tau_2, \ldots, \ \tau_n, \ \mathrm{t},$$

on aura

$$\int_{\xi}^{\mathrm{x}} \mathrm{f}(x, t)\, dx = 0. \tag{13}$$

» *Corollaire* 4me. Les mêmes choses étant posées que dans le 2e théorème,

si la fonction $f(x, t)$ s'évanouit hors des limites

$$t = \alpha, \quad t = \beta > \alpha,$$

et si ces limites sont renfermées entre deux termes consécutifs quelconques de la suite

$$\tau, \tau_1, \tau_2, \ldots, \tau_n, t,$$

on aura

$$(14) \qquad \int_\xi^x f(x, t)\, dx = \sum \int_\alpha^\beta \frac{f(x, t)}{\sqrt{(D_x t)^2}} dt.$$

Il est important d'observer que dans les diverses intégrales définies dont la somme composera le second membre de l'équation précédente, la fonction sous le signe $\int$ prendra généralement diverses formes, eu égard aux diverses valeurs de la variable x, considérée comme fonction de la variable t.

2e PARTIE. — DÉTERMINATION DE LA FONCTION PRINCIPALE CORRESPONDANTE A UNE CARACTÉRISTIQUE HOMOGÈNE.

§ Ier. *Considérations générales.*

» Prenons pour variables indépendantes trois coordonnées rectangulaires x, y, z et le temps t. Soit d'ailleurs

$$F(x, y, z, t)$$

une fonction de ces variables indépendantes, entière, homogène, du degré n et dans laquelle le coefficient de t^n se réduise à l'unité. Enfin, soient

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

la distance du point (x, y, z) à l'origine des coordonnées, et ϖ une fonction principale assujettie, 1° à vérifier, quel que soit t, l'équation caractéristique homogène

$$(1) \qquad F(D_x, D_y, D_z, D_t)\varpi = 0;$$

2° à vérifier, pour $t = 0$, les conditions

$$(2) \qquad \varpi = 0, \quad D_t\varpi = 0, \ldots\ldots, \quad D_t^{n-2}\varpi = 0, \quad D_t^{n-1}\varpi = \Pi(r).$$

On pourra d'ailleurs supposer que $\Pi(r)$ représente une fonction paire de r, en sorte que l'on ait

$$(3) \qquad \Pi(-r) = \Pi(r);$$

et alors on trouvera, comme nous l'avons montré dans une précédente séance,

$$(4) \qquad \varpi = \frac{D_t^{2-n}}{4\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} \mathcal{E}\frac{\omega^{n-2}(\varsigma+\omega t)\,\Pi(\varsigma+\omega t)}{((F(u, v, w, \omega)))_\omega}\sin p\,dp\,dq,$$

les valeurs de u, v, w, ς étant

$$(5) \qquad u = \cos p, \quad v = \sin p\cos q, \quad w = \sin p\sin q,$$

$$(6) \qquad \varsigma = ux + vy + wz.$$

D'autre part, comme on a généralement

$$\mathcal{E}((f(\omega)))_\omega = -\mathcal{E}((f(-\omega)))_\omega,$$

il en résulte qu'à la formule (4) on pourra encore substituer la suivante

$$(7) \qquad \varpi = -\frac{D_t^{2-n}}{4\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} \mathcal{E}\frac{\omega^{n-2}(\varsigma-\omega t)\,\Pi(\varsigma-\omega t)}{((F(u, v, w, -\omega)))_\omega}\sin p\,dp\,dq.$$

» Supposons maintenant que $F(x, y, z, t)$ soit, comme il arrive ordinairement dans les problèmes de mécanique, une fonction paire de t, c'est-à-dire, une fonction entière de t^2. On aura

$$F(u, v, w, -\omega) = F(u, v, w, \omega).$$

Par conséquent la formule (7) donnera

$$(8) \qquad \varpi = -\frac{D_t^{2-n}}{4\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} \mathcal{E}\frac{\omega^{n-2}(\varsigma-\omega t)\,\Pi(\varsigma-\omega t)}{((F(u, v, w, \omega)))_\omega}\sin p\,dp\,dq.$$

Alors aussi l'équation

$$(9) \qquad F(u, v, w, \omega) = 0,$$

résolue par rapport à ω, fournira des racines égales deux à deux au signe près, mais affectées de signes contraires; et, en supposant toutes ces racines réelles, on reconnaîtra aisément que, dans le second membre de la formule (8), la partie correspondante aux racines positives de l'équation (9) ne diffère pas de la partie correspondante aux racines négatives. On pourra donc supposer le signe $\mathcal{E}$ relatif aux seules racines positives, pourvu que l'on double le résultat ainsi obtenu. Donc, si l'on pose pour abréger

$$(10) \qquad \Phi(u, v, w, \omega) = D_\omega F(u, v, w, \omega),$$

et

$$(11) \qquad \varsigma - \omega t = s,$$

la formule (8) donnera

$$(12) \qquad \varpi = -\frac{D_t^{2-n}}{2\pi} \sum \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} \frac{\omega^{n-2}\, s\, \Pi(s)}{\Phi(u, v, w, \omega)} \sin p\, dp\, dp,$$

le signe $\sum$ indiquant une somme de termes semblables et correspondants aux diverses racines positives de l'équation (9). Donc si, en prenant pour ω l'une de ces racines, on nomme Q la fonction de l'angle q déterminée par l'équation

$$(13) \qquad Q = -\int_0^{\pi} \frac{\omega^{n-2}}{\Phi(u, v, w, \omega)}\, s\, \Pi(s) \sin p\, dp,$$

on aura simplement

$$(14) \qquad \varpi = \frac{D_t^{2-n}}{2\pi} \sum \int_0^{2\pi} Q\, dq.$$

» Lorsque dans la formule (11) on substitue la valeur de ς tirée de l'équation (6), on obtient la suivante

$$(15) \qquad ux + vy + wz = \omega t + s,$$

qui représente, quand on y considère x, y, z comme variables, un plan perpendiculaire à la droite dont la direction est déterminée par les angles polaires p, q. Si, en attribuant au paramètre s une valeur constante, on attribue successivement aux angles p, q des valeurs diverses, le plan dont il s'agit prendra successivement diverses positions dans l'espace, de manière à toucher constamment une certaine surface LMN. Pour obtenir l'équation de cette même surface, que nous représenterons par

$$(16) \qquad \mathfrak{F}(x, y, z, t, s) = 0,$$

il suffira d'éliminer s entre l'équation (15) et ses dérivées relatives aux angles p, q, dont u, v, w, ω sont des fonctions en vertu des formules (5) et (9). Donc, en considérant s comme une fonction de p, q, déterminée par la formule (15), il suffira d'éliminer p, q entre cette formule et les deux suivantes:

$$(17) \qquad D_p s = 0, \quad D_q s = 0.$$

Si, s étant réduit à zéro, l'on écrit pour abréger $\mathfrak{F}(x, y, z, t)$ au lieu de $\mathfrak{F}(x, y, z, t, 0)$, l'équation (16), réduite à la forme

$$(18) \qquad \mathfrak{F}(x, y, z, t) = 0,$$

sera celle de la surface que nous avons appelée surface des ondes, et qui est constamment touchée par le plan dont l'équation est

$$(19) \qquad ux + vy + wz = \omega t.$$

D'ailleurs si, dans la formule (16), on attribue successivement à s deux valeurs égales au signe près, mais affectées de signes contraires, par exemple, $s = -\varepsilon$, et $s = \varepsilon$, les deux équations ainsi obtenues, savoir,

$$(20) \qquad \mathfrak{F}(x, y, z, t, -\varepsilon) = 0, \quad \mathfrak{F}(x, y, z, t, \varepsilon) = 0,$$

représenteront les deux enveloppes intérieure et extérieure d'une onde qui offrirait l'épaisseur constante 2ε, et qui serait engendrée par une sphère d'un rayon égal à ε, le centre de la sphère étant assujetti à parcourir la surface des ondes représentée par la formule (18). Observons

encore, 1° que les équations (17) réunies représenteront une droite normale à la surface des ondes ainsi qu'aux enveloppes extérieure et intérieure de l'onde dont nous venons de parler; 2° que la première des équations (17), réunie à l'équation (15), représentera une droite tangente à la surface LMN et parallèle au plan des yz; 3° que la seconde des équation (15), réunie à l'équation (15), représentera une droite tangente à la surface LMN et en même temps comprise dans le plan normal perpendiculaire au plan des yz.

» A l'aide des remarques que nous venons de faire, et des théorèmes établis dans la première partie de ce Mémoire, on parviendra aisément à la valeur de l'intégrale double

$$(21) \qquad \int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} \frac{\omega^{n-2} s\,\Pi(s)}{\Phi(u, v, w, \omega)} \sin p\, dp\, dq$$

comprise dans le second membre de la formule (12), par conséquent à la valeur de la fonction principale ϖ, et aux lois des mouvements représentés par une équation caractéristique homogène, si la valeur initiale de $D_t^{n-1}\varpi$ s'évanouit au dehors de la sphère qui a pour centre l'origine et pour rayon une longueur infiniment petite ε; c'est-à-dire, en d'autres termes, si la fonction paire de s représentée par $\Pi(s)$ s'évanouit hors des limites

$$s = -\varepsilon, \quad s = \varepsilon.$$

Ainsi, par exemple, en considérant ε comme une quantité infiniment petite du premier ordre, et supposant d'abord le point (x, y, z) situé, au bout du temps t, hors de l'onde comprise entre les surfaces représentées par les équations (20), on reconnaîtra que la valeur de Q, déterminée par la formule (13), se réduit généralement à une quantité infiniment petite du troisième ordre. On devra seulement excepter le cas où l'angle q acquerra une valeur telle, que la première des équations (17) soit sensiblement vérifiée, c'est-à-dire une valeur telle, qu'une tangente menée à la surface des ondes, parallèlement au plan des y, z, et par le point (x, y, z), vienne toucher cette surface en un point où la direction de la normale corresponde sensiblement à cette même valeur de q. On en conclura que, dans l'hypothèse admise, et quand le point (x, y, z) sera situé hors de l'onde infiniment mince, comprise entre les surfaces représentées par les équations (20), l'intégrale

$$\int_0^{2\pi} Q\,dq,$$

et par suite la partie de la fonction principale ϖ correspondante à cette intégrale, ou, ce qui revient au même, à l'intégrale (21), se réduiront simplement à zéro, ou du moins à des quantités infiniment petites du troisième ordre. D'ailleurs il est aisé de s'assurer qu'il n'en sera plus ainsi, quand le point (x, y, z) sera compris entre les surfaces représentées par les équations (20), et qu'alors l'intégrale (21) deviendra seulement, avec le carré de s, une quantité infiniment petite du deuxième ordre. On se trouvera donc ramené par les considérations précédentes aux conclusions énoncées dans le préambule du présent Mémoire.

» Au reste ces considérations seront développées dans les paragraphes suivants, qui renfermeront en outre la détermination de l'intégrale (21), et par suite la détermination de la fonction principale ϖ, non-seulement dans le cas où la valeur initiale de $D_t^{n-1}\varpi$ ne diffère de zéro que pour les points situés dans l'intérieur d'une sphère infiniment petite, mais encore dans le cas général où cette condition n'est pas remplie, et où la valeur initiale de $D_t^{n-1}\varpi$ se trouve représentée, entre certaines limites finies, par une fonction connue $\varpi(x, y, z)$ des trois coordonnées x, y, z. »

GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE. — *Mémoire sur quelques propositions générales de géométrie, et sur la théorie de l'élimination dans les équations algébriques; par* M. **Liouville**. (Extrait par l'auteur.)

« En considérant la série complète des tangentes que l'on peut mener à une courbe géométrique parallèlement à une droite donnée, on trouve que le centre des moyennes distances des points de contact de ces tangentes avec la courbe est indépendant de la direction commune des tangentes, c'est-à-dire reste fixe lorsqu'on incline à la fois toutes les tangentes sans altérer leur parallélisme. De même si l'on considère la série complète des plans tangents que l'on peut mener à une surface géométrique parallèlement à un plan donné, on trouve que le centre des moyennes distances des points de contact de ces plans tangents avec la surface est indépendant de la direction commune des plans tangents. Il faut dans cet énoncé tenir compte de tous les points de contact réels ou imaginaires, situés à une distance finie ou infinie; il faut aussi compter deux fois, trois fois,... tout point qui résulte de la réunion de deux, de trois,.... points en un seul. C'est ce que nous ferons toujours dans ce Mémoire, et ce dont nous avertissons une fois pour toutes. Il y a peut-être quelques inconvénients, mais il y a aussi dans certaines théories, et en particulier dans celle qui nous

occupe, de grands avantages à introduire ainsi dans la géométrie le langage de l'algèbre. En cela, du reste, nous suivons l'exemple de M. Poncelet et de la plupart des auteurs auxquels la géométrie est redevable des immenses progrès qu'elle a faits dans ces derniers temps.

» Grâce aux méthodes élégantes et fécondes dont s'est enrichie la science, les deux théorèmes précédents se présentent d'eux-mêmes comme une conséquence naturelle, nécessaire, presque immédiate d'un théorème de Newton sur les diamètres des courbes. Après les avoir rapportés dans son *Aperçu historique*, M. Chasles observe que leur existence entraîne celle de deux théorèmes d'algèbre dont la démonstration directe lui semble offrir des difficultés. En effet, si l'on représente par $M(x, y) = 0$ l'équation d'une courbe géométrique, les points de contact de cette courbe avec une tangente parallèle à la droite dont l'équation est $y = ax$, devront satisfaire à la fois aux deux équations

$$M = 0, \quad \frac{dM}{dx} + a\frac{dM}{dy} = 0:$$

donc si la proposition de géométrie plane, énoncée plus haut, est exacte, il faut qu'en éliminant y, on trouve pour coefficient du second terme de l'équation finale en x, mise sous la forme ordinaire $x^{\mu} + Ax^{\mu-1} + \text{etc.} = 0$, une quantité A indépendante de a. En vertu du théorème relatif aux surfaces, il faut de même qu'en éliminant y et z entre les trois équations algébriques

$$M(x, y, z) = 0, \quad \frac{dM}{dx} + a\frac{dM}{dz} = 0, \quad \frac{dM}{dy} + b\frac{dM}{dz} = 0,$$

le coefficient du second terme dans l'équation finale en x, soit indépendant de a et b.

» C'est pour obtenir une démonstration directe de ces théorèmes relatifs à l'élimination, que j'ai d'abord entrepris mes recherches. Cette démonstration, je dois l'avouer, a été loin d'offrir les difficultés que semblait redouter M. Chasles : elle repose en effet sur des principes très-simples et très-connus, mais dont on n'avait peut-être pas assez développé jusqu'ici les conséquences. En poursuivant mon travail, j'ai reconnu ensuite que les mêmes principes conduisent au beau théorème de M. Jacobi (*) exprimé

(*) Voyez le Mémoire intitulé : *Theoremata nova algebraïca* (Journal de M. Crelle, tome XIV, page 281). Voir aussi le tome XV, page 306.

par l'équation

$$\sum \frac{\varphi_1(\alpha, \beta)}{C(\alpha, \beta)} = 0,$$

où le signe $\sum$ se rapporte à tous les couples (α, β) de racines des deux équations algébriques simultanées $f(\alpha, \beta) = 0$, $F(\alpha, \beta) = 0$, et où $C(\alpha, \beta)$ désigne la fonction entière suivante

$$\frac{df}{d\alpha}\frac{dF}{d\beta} - \frac{df}{d\beta}\frac{dF}{d\alpha},$$

qui dépend de f et F, tandis que φ_1 est une fonction entière quelconque de degré inférieur à $C(\alpha, \beta)$.

» Ce théorème est une généralisation de la formule si connue

$$\sum \frac{F_1(\alpha)}{f'(\alpha)} = 0,$$

qui renferme implicitement toute la théorie de la décomposition des fractions rationnelles en fractions simples, et où le signe sommatoire s'étend à toutes les racines de $f(\alpha) = 0$, $f'(\alpha)$ étant la dérivée de $f(\alpha)$ et $F_1(\alpha)$ un polynome quelconque de degré inférieur à $f'(\alpha)$. Il est contenu comme cas particulier dans une équation remarquable à laquelle je me suis trouvé conduit par mon analyse. Soient $f(x, y)$, $F(x, y)$, $\varphi(x, y)$ trois fonctions algébriques entières de x, y, et $\varphi_1(x, y)$ une quatrième fonction entière, quelconque aussi, mais de degré inférieur à φ : posons

$$\frac{df}{dx}\frac{dF}{dy} - \frac{df}{dy}\frac{dF}{dx} = C(x, y),$$

$$\frac{dF}{dx}\frac{d\varphi}{dy} - \frac{dF}{dy}\frac{d\varphi}{dx} = A(x, y);$$

nous aurons

$$\sum \frac{\varphi_1(\alpha, \beta)}{\varphi(\alpha, \beta)} = \sum \frac{\varphi(\lambda, \mu)\, C(\lambda, \mu)}{f(\lambda, \mu)\, A(\lambda, \mu)},$$

le signe sommatoire s'étendant dans le premier membre à tous les couples (α, β) de racines des équations simultanées $f(\alpha, \beta) = 0$, $F(\alpha, \beta) = 0$, et dans le second membre à tous les couples (λ, μ) de racines des équations simultanées $F(\lambda, \mu) = 0$, $\varphi(\lambda, \mu) = 0$. Le théorème de M. Jacobi répond au cas de $\varphi(x, y) = C(x, y)$.

» On arrive à des résultats semblables pour $(i+1)$ polynomes $f(x, y,\ldots, z)$, $F(x, y,\ldots, z),\ldots, \varphi(x, y,\ldots, z)$, $\psi(x, y,\ldots, z)$, contenant i lettres $x, y,\ldots, z$. Désignons par $D(x, y,\ldots, z)$ la *résultante* du système

$$\begin{array}{l}\frac{df}{dx}, \quad \frac{df}{dy},\ldots, \frac{df}{dz},\\ \frac{dF}{dx}, \quad \frac{dF}{dy},\ldots, \frac{dF}{dz},\\ \ldots\ldots\ldots\ldots\\ \frac{d\varphi}{dx}, \quad \frac{d\varphi}{dy},\ldots, \frac{d\varphi}{dz},\end{array}$$

dans lequel la fonction ψ n'entre pas; le mot *résultante* ayant ici la signification que Laplace lui a donnée quand il a démontré la règle générale par laquelle on résout les équations du premier degré. Soit $A(x, y,\ldots, z)$ ce que devient l'expression $D(x, y,\ldots, z)$ lorsqu'on y remplace f par $-\psi$, en sorte que $A(x, y,\ldots, z)$ dépendra de $F,\ldots, \varphi, \psi$, mais non plus de f. Soit enfin $\psi_1(x, y,\ldots, z)$ un nouveau polynome quelconque de degré inférieur à ψ. On aura

$$\sum \frac{\psi_1(\alpha, \beta,\ldots, \gamma)}{\psi(\alpha, \beta,\ldots, \gamma)} = \sum \frac{\psi_1(\lambda, \mu,\ldots, \nu)\, D(\lambda, \mu,\ldots, \nu)}{f(\lambda, \mu,\ldots, \nu)\, A(\lambda, \mu,\ldots, \nu)},$$

le signe $\sum$ s'étendant dans le premier membre à tous les couples $(\alpha, \beta,\ldots, \gamma)$ de racines des équations simultanées

$$f(\alpha, \beta,\ldots, \gamma) = 0, \quad F(\alpha, \beta,\ldots, \gamma) = 0,\ldots, \quad \varphi(\alpha, \beta,\ldots, \gamma) = 0,$$

et dans le second membre à tous les couples $(\lambda, \mu,\ldots, \nu)$ de racines des équations simultanées

$$F(\lambda, \mu,\ldots, \nu) = 0,\ldots, \quad \varphi(\lambda, \mu,\ldots, \nu) = 0, \quad \psi(\lambda, \mu,\ldots, \nu) = 0.$$

Si l'on prend en particulier

$$\psi(x, y,\ldots, z) = D(x, y,\ldots, z),$$

il vient

$$\sum \frac{\psi_1(\alpha, \beta,\ldots, \gamma)}{D(\alpha, \beta,\ldots, \gamma)} = 0.$$

» Toute cette théorie, comme on le verra dans mon Mémoire, repose sur une observation bien simple, savoir, que la somme des racines de l'équation finale, régulièrement obtenue pour une inconnue déterminée, par l'élimination des autres inconnues effectuée d'après la méthode des fonctions symétriques, dans un système quelconque d'équations algébriques, doit rester la même quelle que soit celle de ces équations qu'il nous plaît de choisir pour y substituer les racines que les autres fournissent.

» Pour appliquer cette remarque au système de trois équations, on groupera ensemble les termes homogènes, de manière à donner à ces équations la forme

$$x^m f\left(\frac{y}{x}, \frac{z}{x}\right) + x^{m-1} f_1\left(\frac{y}{x}, \frac{z}{x}\right) + \ldots = 0,$$

$$x^n \mathrm{F}\left(\frac{y}{x}, \frac{z}{x}\right) + x^{n-1} \mathrm{F}_1\left(\frac{y}{x}, \frac{z}{x}\right) + \ldots = 0,$$

$$x^p \varphi\left(\frac{y}{x}, \frac{z}{x}\right) + x^{p-1} \varphi_1\left(\frac{y}{x}, \frac{z}{x}\right) + \ldots = 0;$$

puis on égalera entre elles les deux expressions de la somme $\sum x$ des racines de l'équation finale en x, auxquelles on arrive, 1°. en résolvant les deux premières équations par rapport à y et z, et substituant les racines dans la troisième; 2°. en résolvant les deux dernières et substituant les racines dans la première. On obtiendra ainsi la formule

$$\sum \frac{\varphi_1(\alpha, \beta)}{\varphi(\alpha, \beta)} = \sum \frac{\varphi_1(\lambda, \mu)\, \mathrm{C}(\lambda, \mu)}{f(\lambda, \mu)\, \mathrm{A}(\lambda, \mu)},$$

dont chaque membre est, au signe près, la valeur que prend $\sum x$ lorsqu'on suppose identiquement nulles les deux fonctions f_1, F_1. Cette démonstration s'étend d'elle-même au cas général.

» Le théorème de M. Jacobi et les théorèmes analogues auxquels je suis parvenu, fournissent un grand nombre de propositions géométriques dont la plupart me paraissent nouvelles. On en trouvera quelques exemples dans mon Mémoire. »

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE. — *Recherches sur l'urane; par* M. EUGÈNE PÉLIGOT.

(Commissaires, MM. Thenard, Chevreul, Dumas.)

« En poursuivant les recherches que j'ai entreprises sur l'urane, je suis arrivé à des résultats importants et inattendus que j'ai hâte de communiquer à l'Académie.

» Les chimistes qui ont fait connaître les propriétés de ce corps ont admis que la préparation du métal libre ne présente aucune difficulté; ils ont donné en effet plusieurs procédés pour l'exécuter : en traitant l'oxyde d'urane par le charbon, Bucholz a obtenu ce métal sous la forme d'une masse grise douée d'un faible éclat métallique; en réduisant à une douce chaleur le même oxyde par l'hydrogène, il reste, d'après Arfwedson, une poudre brune, s'oxydant à l'air avec ignition; le même chimiste, afin de constater que cette poudre était bien formée d'urane métallique, a cherché à obtenir le même corps en traitant par l'hydrogène un composé qui ne renferme pas d'oxygène, le chlorure double d'urane et de potassium : le métal, ainsi réduit, se présente, après la dissolution du chlorure de potassium par l'eau, sous la forme d'octaèdres réguliers doués d'un aspect métallique comparable à celui de l'acier ou du fer oligiste. Enfin, M. Berzelius, en chauffant en vase clos l'oxalate neutre d'urane, a également obtenu ce métal à l'état libre; le célèbre chimiste suédois considère l'urane comme l'un des métaux les plus faciles à préparer.

» Les expériences que je vais rapporter conduisent à une conséquence toute différente : il résulte, en effet, de mes observations : 1° que l'urane n'est pas un corps simple, un élément, comme on l'a admis jusqu'à ce jour : ce prétendu métal contient en effet une forte proportion d'oxygène;

» 2°. Que le radical de l'urane, le véritable métal, que j'ai obtenu à l'état libre, offre des caractères très-distincts de ceux de l'urane métallique actuel;

» 3°. Que le composé binaire qu'on considère comme étant l'urane métallique est un corps bien défini et joue réellement, dans la plupart des combinaisons qu'il forme, le rôle d'un corps simple, d'un métal ordinaire.

» En un mot, si mes expériences sont exactes, l'urane est un métal composé.

» La nouveauté de ces assertions me fait un devoir de les entourer de toutes les preuves fournies tant par les faits que j'ai observés que par ceux qui résultent des recherches antérieures aux miennes.

» L'action du chlore sur l'urane et sur ses oxydes a été le point de départ de la nouvelle voie dans laquelle je me trouve engagé.

» Lorsqu'on fait passer un courant de chlore sec sur ces corps soumis à une chaleur rouge, il se forme un composé jaune, très-fusible, très-soluble dans l'eau et fournissant par son contact avec ce liquide une dissolution qui offre toutes les réactions des sels jaunes bien connus fournis par le peroxyde d'urane; mais l'action du chlore n'est jamais complète : quelque prolongée que soit l'intervention du chlore, il reste toujours une certaine quantité de matière inattaquée.

» Persuadé d'abord que cette réaction imparfaite devait être surtout attribuée au défaut de contact qui résulte de la fusibilité même du produit qui se forme, lequel soustrait à l'action ultérieure du chlore les particules qu'il enveloppe, j'essayai cette action sur l'oxyde d'urane divisé au moyen du charbon : je fus alors fort surpris d'obtenir, à la place du chlorure jaune, un composé volatil, cristallisant par sublimation en beaux octaèdres réguliers, d'un vert très-foncé, doués d'une sorte d'éclat métallique : ce chlorure a pour l'eau, qu'il décompose évidemment, une excessive affinité; il fournit avec ce liquide une dissolution d'un vert foncé offrant les différentes réactions qu'on attribue aux sels de protoxyde d'urane : ces réactions sont, par conséquent, en opposition notoire avec les circonstances mêmes de la formation de ce chlorure.

» L'analyse de ce composé me présenta une particularité qui porta la lumière sur la véritable nature de l'urane.

» En en traitant en effet par l'eau une quantité déterminée et en versant dans la dissolution de l'ammoniaque en excès, on obtient le précipité brun qu'on considère comme formé de protoxyde d'urane hydraté; calciné fortement après avoir été traité par l'acide azotique, cet oxyde permet de calculer le poids réel de l'urane d'après la quantité d'oxygène qu'il perd sous l'influence de l'hydrogène.

» Le dosage du chlore de ce composé n'offre aucune difficulté et se fait comme à l'ordinaire à l'état de chlorure d'argent.

» En calculant la composition de ce corps, d'après les données admises par tous les chimistes, on trouve que 100 parties fournissent 37 parties de chlore et 73 parties de protoxyde d'urane, lesquelles représentent 71 parties environ d'urane métallique; en d'autres termes on trouve que

100 parties de ce corps fournissent 108 parties de ces éléments constituants, quand ces éléments sont amenés, par les procédés connus, à leur état d'isolement.

» En présence de ce résultat impossible, et après avoir, comme on le pense bien, établi la réalité et la constance des nombres que je viens de citer par des analyses bien des fois répétées, il fallut admettre que l'eau en agissant sur le chlorure vert d'urane se trouve décomposée de telle sorte qu'elle cède à son radical métallique une certaine quantité d'oxygène que les corps réductifs, l'hydrogène et le charbon, ne peuvent plus lui enlever; il fallut admettre, comme conséquence, que cet oxygène existe nécessairement dans l'urane actuel, obtenu, comme on sait, soit par l'hydrogène soit par le charbon.

» L'expérience que je vais rapporter prouve combien cette hypothèse est fondée.

» On a préparé du protoxyde d'urane en calcinant fortement de l'azotate d'urane parfaitement pur; le protoxyde obtenu ayant été intimement mêlé avec la moitié de son poids de noir de fumée calciné, on a soumis le mélange d'abord à une haute température, puis à un courant d'hydrogène longtemps prolongé; comme l'oxyde d'urane, par sa calcination avec le charbon, avait déjà perdu la totalité de l'oxygène que lui eût enlevé l'hydrogène, il ne s'est pas dégagé d'eau : on avait donc doublement réalisé les meilleures circonstances pour faire agir le chlore sur un mélange d'urane métallique et de charbon : or, de cette action exercée par le chlore sec et pur, et exécutée dans le tube même qui avait servi au traitement du métal et du charbon par l'hydrogène, il est résulté une abondante et complète sublimation de chlorure vert cristallisé, tandis que les gaz recueillis étaient un mélange d'acide carbonique et d'oxyde de carbone; l'oxygène de ces gaz provenait donc évidemment de l'urane actuellement considéré comme corps simple.

» De plus, aucune expérience directe ne prouvant l'identité de l'urane pulvérulent et terne, qu'on obtient par le charbon ou l'hydrogène, avec le corps cristallisé et à facettes éclatantes qui résulte de la décomposition par l'hydrogène de chlorure double d'urane et de potassium, j'ai soumis à l'action du chlore un mélange de charbon et d'urane obtenu par ce dernier procédé : les résultats ont été les mêmes; le chlorure vert s'est formé en même temps que le mélange d'acide carbonique et d'oxyde de carbone.

» Il résulte donc clairement de ces expériences que l'urane métallique actuel contient de l'oxygène : il constitue un oxyde de la nature des oxydes

d'aluminium, de magnesium, etc., qui sont, comme lui, indécomposables par l'action isolée de l'hydrogène, du charbon, et du chlore, tandis que l'action simultanée de ces deux derniers corps opère la séparation du radical métallique qui s'unit au chlore d'avec l'oxigène dont s'empare le carbone.

» Ce fait une fois établi, il devient facile, en reportant ses regards sur les propriétés actuellement connues de l'urane considéré comme corps simple, d'établir qu'après tout ses propriétés physiques et chimiques étaient bien peu celles d'un véritable métal. L'éclat métallique dont il jouit quelquefois est celui d'un oxyde plutôt que celui d'un métal; car sa poussière est terne comme celle de tous les oxydes : bien qu'il forme des sels nombreux doués de tous les caractères des sels métalliques ordinaires, aucun métal ne le déplace de ses dissolutions; sa chaleur spécifique n'est pas en harmonie avec son poids atomique; son poids atomique, le plus élevé parmi ceux de tous les corps connus, n'est nullement justifié par l'ensemble de ses caractères : mis en contact avec les métaux, il ne forme pas d'alliages : le chlore ne l'attaque que d'une manière incomplète ; le soufre n'agit pas sur lui directement, tandis que le sulfure d'urane se produit, d'après M. H. Rose, par l'action du sulfure de carbone sur l'oxyde d'urane. La formation du sulfure d'urane dans cette circonstance serait au besoin une preuve de plus à l'appui de l'existence de l'urane comme composé oxydé.

» Ces anomalies offertes par l'urane n'auraient échappé à l'attention d'aucun chimiste : ce sont elles qui m'ont fait saisir avec empressement l'occasion d'étudier ce corps; ce sont elles qui tout récemment ont porté M. Berzelius à faire distiller du potassium sur de l'urane; je puis le dire : sachant que la science n'avait pas à attendre longtemps des notions plus exactes sur l'urane, j'ai appris avec quelque satisfaction que cette expérience n'avait donné qu'un résultat négatif.

» Mais l'urane étant considéré comme un oxyde, diffère de tous les autres oxydes connus par la propriété éminemment remarquable qu'il possède de s'unir intégralement avec plusieurs métalloïdes comme ferait un corps simple : de plus il forme en se combinant avec l'oxygène un oxyde jouant le rôle de base et formant des sels qui correspondent, ainsi que je le démontrerai plus loin, aux sels formés par les oxydes qui contiennent 1 équivalent d'oxygène pour 1 équivalent de métal : le radical métallique de l'urane actuel, combiné avec la proportion d'oxygène qu'il conserve sous l'influence du carbone et de l'hydrogène, fonctionne donc à la manière d'un corps simple : aussi je proposerai de conserver à ce

radical composé le nom *d'urane*, désignant désormais sous le nom *d'uranium* le véritable corps simple ou tout au moins le corps indécomposé qui existe en combinaison avec le chlore pour former le chlorure vert, en combinaison avec l'oxygène pour former *l'urane*.

» J'emploierai dans la suite de ce Mémoire ces deux noms avec les significations que je viens d'indiquer.

» L'existence de l'urane comme corps composé étant démontrée, j'ai cherché à isoler son radical métallique, et si les essais tentés pour décomposer l'urane par d'autres métaux ont été infructueux, il m'a été possible de préparer l'uranium en décomposant son chlorure vert par le potassium; on sait qu'à l'aide de ce dernier métal et des chlorures on obtient des métaux qu'il est impossible d'isoler par d'autres procédés.

» On a donc chauffé dans un petit creuset de platine, deux parties environ de chlorure d'uranium et une partie de potassium : l'affinité du chlorure d'uranium pour l'eau et celle du potassium pour l'oxygène, exigent que l'expérience se fasse avec rapidité; l'action devant être très-vive, le creuset et son couvercle sont reliés d'avance au moyen de fils métalliques.

» Sous l'influence d'une chaleur assez faible, développée par une lampe à alcool, la réaction se détermine; elle a lieu avec une telle intensité que le creuset tout entier devient incandescent, et qu'une partie des produits peut être volatilisée par la température très-élevée qu'elle développe; il convient même, afin de préserver l'opérateur de l'atteinte du potassium enflammé, de placer le petit creuset de platine dans un autre creuset plus grand : il convient en outre de retirer la lampe à alcool qui chauffe le creuset au moment où la réaction commence à se manifester, sauf à chauffer ensuite fortement, soit pour volatiliser l'excès de potassium, soit pour donner à l'uranium formé plus de cohésion.

» En traitant par l'eau froide les produits de cette réaction, on dissout le chlorure de potassium, et l'on obtient l'uranium.

» Le métal ainsi préparé est en partie à l'état de poudre noire, en partie à l'état aggloméré; en détachant avec quelque soin les portions qui adhèrent aux parois du creuset, on obtient des plaques ou des fils doués d'un aspect métallique comparable à celui de l'argent, qui peuvent être limées et qui paraissent avoir une certaine malléabilité; il est évident que ces portions métalliques ont subi pendant la réaction un commencement de fusion.

» L'uranium est très-combustible : lorsqu'il est sec, il brûle au contact de l'air avec un vif éclat; quand on soumet à l'action de la chaleur un

papier en contenant quelques parcelles, on les voit brûler avec une lumière blanche très-éclatante avant que le papier lui-même ne prenne feu; si l'on vient à secouer dans le voisinage de la flamme d'une bougie un filtre sec sur lequel on a recueilli de l'uranium, les particules légères qui s'en détachent apparaissent comme des étincelles brillantes dans l'atmosphère échauffée qui entoure la flamme.

» Je ne pense pas que ce métal décompose l'eau à la température ordinaire, car il paraît se conserver assez longtemps dans l'air sans subir d'altération bien sensible; cependant quand on verse de l'eau sur le produit de la réaction du potassium sur le chlorure d'uranium, on remarque un dégagement d'hydrogène assez abondant qu'il faut attribuer, je crois, à la décomposition par l'eau d'un alliage de potassium et d'uranium.

» L'uranium se dissout dans les acides étendus d'eau avec dégagement d'hydrogène: ces dissolutions sont vertes et offrent les caractères attribués jusqu'ici aux sels de protoxyde d'urane.

» Il s'unit au chlore avec grand dégagement de chaleur et de lumière, en produisant le chlorure vert.

» Il se combine aussi avec le soufre, d'une manière directe, à la température de l'ébullition de ce dernier corps : l'action a lieu avec dégagement de lumière.

» On voit par cet exposé sommaire que les propriétés de l'uranium sont fort distinctes de celles de l'urane.

» L'urane en effet n'est pas fusible; à l'état de paillettes cristallines, il est gris-noir et très-cassant : la lumière qui accompagne sa suroxydation est à peine visible; il est inattaquable par les acides dilués; il se combine difficilement avec le chlore pour donner naissance à un composé jaune; enfin le soufre à toutes les températures est entièrement sans action sur lui.

» Le poids atomique de l'uranium se déduit facilement de l'analyse du chlorure vert; il s'accorde sensiblement avec celui de l'urane que j'ai déduit des composés salins formés par le peroxyde d'urane.

» En considérant en effet ce chlorure comme étant formé de 2 atomes ou de 1 équivalent de chlore et de 1 atome d'uranium, on a, d'après le dosage du chlore :

Cl^2........	442,6	37,1
U.........	750,0	62,9
	1192,6	100,0

» Le poids atomique de l'uranium serait donc 750.

» Le chlorure vert d'uranium correspond à l'oxyde d'uranium qui constitue l'urane : décomposé par l'eau il se transforme en acide chlorhydrique et en urane; en vertu de cette équation :

$$Cl^2U + H^2O = Cl^2H^2 + UO.$$

100 de chlorure vert doivent produire 71,4 d'urane et 37,0 de chlore, c'est-à-dire 108,4 de produits extraits de ce chlorure, et 111,5 si l'urane qu'on en retire est oxydé par l'acide azotique et est dosé, après une forte calcination, à l'état de protoxyde.

» Les analyses que j'ai faites de ce chlorure vert ont fourni constamment ces nombres avec une assez grande approximation.

» 2 atomes d'uranium unis à 2 atomes d'oxygène représentent 1 équivalent d'urane.

» Cet équivalent, ainsi que je l'ai admis d'après les analyses de l'acétate et de l'azotate d'urane que j'ai communiquées à l'Académie il y a quelques mois et sur lesquelles je reviendrai bientôt, est représenté, au moins d'une manière approximative, par 1700 :

U^2........	750 × 2	......	1500
O^2........	100 × 2	......	200
			1700

100 d'uranium sont combinés par conséquent avec 13,3 d'oxygène pour former l'urane.

» L'urane s'unit à son tour avec l'oxygène en plusieurs proportions : on admet que ce corps forme deux oxydes : je crois pouvoir démontrer que l'uranium forme avec l'oxygène au moins cinq combinaisons.

» Le composé le moins oxygéné s'obtient par suite d'une réaction toute nouvelle.

» Lorsqu'on fait passer un courant d'hydrogène sur du chlorure d'uranium vert chauffé au rouge naissant, on lui enlève une partie de son chlore et l'on obtient un composé brun cristallisé en prismes très-déliés, qui fournit avec l'eau une dissolution de couleur pourprée, mais qui devient verte au bout de quelques instants. Ce chlorure, d'après mes analyses, contient 30 de chlore environ : c'est un sous-chlorure d'uranium dont la composition est représentée par cette formule :

Cl^3........	663,9........	30,7
U^2........	1500,0........	69,3

le sous-oxyde d'uranium qui se forme lorsqu'on met ce corps en contact avec l'eau est tellement avide d'oxygène qu'il décompose ce liquide à la température ordinaire avec dégagement de gaz hydrogène; il devient vert, parce qu'il se transforme en urane.

» Ce dégagement d'hydrogène est surtout très-abondant lorsqu'on vient à mettre la dissolution pourpre en contact avec l'ammoniaque : on obtient alors un précipité d'un vert-pomme en même temps que la liqueur devient effervescente à cause du départ de l'hydrogène : peu à peu la teinte du précipité se modifie, se fonce et finit par devenir brune lorsque la conversion de ce sous-oxyde d'uranium en urane se trouve achevée : on remarque en outre que lors de la dissolution de ce chlorure par l'eau il se précipite une poudre rouge qui est probablement de l'urane dont la formation doit, d'après la formule de ce composé, se faire aux dépens de l'oxygène de l'eau.

» Bien que l'existence de ce sous-oxyde d'uranium ne puisse pas être révoquée en doute, il ne paraît pas possible de l'isoler à cause de son affinité si grande pour l'oxygène : parmi tous les oxydes connus, il est, je crois, le seul qui décompose l'eau à la température ordinaire.

» Le protoxyde d'urane s'obtient, comme on sait, en soumettant l'azotate à une haute température; d'après M. Berzelius, il contiendrait 100 d'urane et 3,6 d'oxygène; sa formule serait

$$(U^2O^2) + O^{\frac{1}{3}},$$

si, comme je le crois, la composition qu'on lui assigne n'est qu'approximative. Je puis en outre démontrer que cet oxyde n'entre pas dans la composition des sels verts, ainsi qu'on l'a admis jusqu'ici : les sels verts contiennent, non pas un oxyde d'urane, mais l'urane lui-même, y fonctionnant comme oxyde basique.

» J'ai observé qu'en chauffant au rouge sombre cet oxyde, qui est noir, ou bien l'urane, dans un courant d'oxygène ou même à l'air, il prend une couleur vert-olive, et il absorbe environ 1 p. 100 d'oxygène; il présente alors les caractères d'un oxyde salin, de la nature de l'oxyde de fer magnétique, formé par la combinaison du protoxyde d'urane avec le peroxyde; je n'ai pas terminé l'examen de cet oxyde.

» Quant au peroxyde d'urane, on sait qu'aucun procédé ne le fournit à l'état isolé; mais cet oxyde, le plus important de tous, constitue les sels

d'urane les plus faciles à produire, les sels jaunes, qui cristallisent pour la plupart avec une remarquable régularité.

» D'après l'analyse de ces sels, cet oxyde contient 1 équivalent d'urane et 1 équivalent d'oxygène; sa formule est donc

$$(U^2O^2) + O.$$

Cet oxyde correspond d'ailleurs au chlorure d'urane jaune qu'on obtient en traitant l'urane par le chlore sec; la composition de ce chlorure, d'après mes analyses, est représentée par

$$(U^2O^2) + Cl^2.$$

L'existence de ce chlorure d'oxyde d'uranium, celle des combinaisons doubles qu'il forme avec les chlorures de potassium et d'ammonium, la composition des sels simples et doubles dans lesquels le peroxyde d'urane remplace les bases formées par 1 équivalent de métal et 1 équivalent d'oxygène, obligent impérieusement à considérer cet oxyde d'uranium comme tenant la place d'un corps simple dans tous ces composés salins.

» Pour montrer combien cette manière d'envisager le rôle de l'urane est nécessaire, il suffira peut-être de rapporter ici les formules de plusieurs des sels d'urane que j'ai analysés; la discussion de ces formules, ainsi que la préparation et les propriétés de ces corps, trouveront leur place dans la suite de mes recherches sur l'urane:

Acétate d'urane........................	$C^8H^6O^3, (U^2O^2)O, 2H^2O$,
Azotate...............................	$Az^2O^5, (U^2O^2)O, 6H^2O$,
Sulfate double de potasse et d'urane......	$So^3Ko, So^3(U^2O^2)O, 2H^2O$,
Uranite d'Autun........................	$Ph^2O^5, 2(U^2O^2)O, CaO, 8H^2O$,
Chlorure double d'urane et de potassium.	$Cl^2K, Cl^2(U^2O^2), 2H^2O$,
Chlorure double d'urane et d'ammonium.	$Cl^2Az^2H^6, Cl^2(U^2O^2), 2H^2O$.

» On voit que si l'on voulait considérer les sels d'urane comme formés par un sesquioxyde métallique ordinaire, les sels qui sont évidemment neutres d'après leurs propriétés, tels que l'acétate et l'azotate d'urane, deviendraient des sels basiques : le sulfate de potasse neutre serait uni dans le sel double avec un sous-sulfate d'urane; l'uranite d'Autun, dont la composition devient si simple désormais en admettant le rôle de l'urane comme radical composé, puisque cette composition correspond à celle du

phosphate de soude ordinaire, offrirait, dans l'autre hypothèse, la constitution la plus anomale; enfin les chlorures doubles contiendraient un oxychlorure uni aux chlorures métalliques ordinaires. En un mot, ces divers sels réuniraient les compositions les plus improbables, je dirai presque les plus impossibles qu'on puisse imaginer.

» Ainsi, et sans même insister sur ce fait, qui n'est pas cependant sans valeur dans cette discussion, *que l'urane, corps composé, a été considéré jusqu'à ce jour comme étant un corps simple,* je crois que cet oxyde métallique doit être rangé désormais dans la classe des radicaux composés, tels que le cyanogène, l'ammonium, le bioxyde d'azote : il offre le premier exemple d'un métal oxydé jouant le rôle de radical; des observations ultérieures prouveront sans doute que d'autres oxydes peuvent lui être assimilés.

» Telles sont les observations sommaires que j'avais à communiquer à l'Académie sur l'urane : mon intention est, comme on le pense bien, de continuer l'étude de tous les composés de l'uranium qu'il me sera possible de produire; j'ai, en outre, à terminer le travail analytique sur les sels d'urane que j'ai commencé depuis quelques mois : en le publiant, j'établirai si les données numériques que j'ai employées dans le travail que je viens de lui soumettre doivent être considérées comme définitives ou comme offrant seulement des approximations. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Mémoire sur l'induction; par* MM. **Masson** *et* **Breguet** *fils.* (Extrait par les auteurs.)

(Commissaires, MM. Arago, Becquerel, Babinet.)

« Lorsqu'un fil très-long est traversé par un courant voltaïque, des points situés à égale distance des extrémités de ce fil nous ont paru chargés d'électricité statique de signes contraires, capable de charger un *électroscope condensateur.*

» Au moment de la fermeture et de la rupture du courant, ces tensions semblent augmenter et acquérir une grande valeur par l'enroulement des fils en hélices.

» Lorsqu'un fil est roulé en hélice, la tension augmente tellement aux

points d'interruption du circuit, qu'on a pu obtenir des étincelles à deux centimètres et plus dans le vide.

» Les phénomènes d'induction paraissent être dus à des actions exercées à distance par les électricités statiques sur les fils voisins, et rentrer ainsi dans les phénomènes d'influence électrique obtenus par les machines.

» La lumière électrique obtenue dans le vide par des extra-courants, ou des courants d'induction, présente le même caractère que celle qui est obtenue dans les mêmes circonstances avec des machines électriques ou des bouteilles de Leyde.

» Quand deux hélices sont placées l'une sur l'autre, l'une recevant le courant de la pile, on éprouve des commotions en prenant une extrémité de l'extra-courant et une extrémité de l'hélice supérieure; si une seconde personne prend les deux autres extrémités restées libres, les commotions sont plus fortes.

» Trois hélices étant placées l'une sur l'autre, si les extrémités de celle du milieu sont réunies, le courant interrompu de la pile passant dans la première, ne pourra induire la troisième; mais si l'on fait communiquer les bouts de l'hélice du milieu avec un fil très-long, alors elle ne fait plus écran, et les commotions sont senties dans la troisième.

» Quand, par la disposition et la longueur d'un fil roulé en hélice, on obtient par l'extra-courant, ou le courant d'induction, la lumière électrique dans le vide, cette lumière cesse de paraître aussitôt que l'on met un cylindre de fer doux dans l'hélice, et reparaît en le retirant.

» Les états statiques et dynamiques de l'électricité sont deux modes susceptibles de se transformer l'un dans l'autre, et par ces mots *intensité* et *quantité*, on doit entendre des quantités égales de forces vives électriques qui ne diffèrent que par la durée de leur action. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur les lois de l'induction des courants par les courants;* 2e Mémoire; *par* M. ABRIA. (Extrait par l'auteur.)

(Commission précédemment nommée.)

« Les expériences de ce second Mémoire ont été faites en suivant la méthode indiquée dans celui que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie le 17 mai dernier, méthode qui consiste à soumettre une même aiguille successivement à l'action de chacun des deux courants induit et inducteur, à l'aide d'hélices égales intercalées dans ces circuits. Lorsque l'aiguille est

convenablement choisie, le rapport inverse des durées d'oscillation est égal à celui des deux courants.

» Voici les principales conséquences de mon travail :

» 1°. L'intensité de chacun des courants induits, direct et inverse, est proportionnelle, toutes choses égales, au nombre des éléments du courant inducteur qui agissent sur le système induit : elle est indépendante de la section de ces mêmes éléments ; en d'autres termes, directement proportionnelle à la quantité d'électricité qui les traverse.

» Elle varie en raison directe de la conductibilité du fil induit, et se partage également entre les divers éléments de ce dernier, lorsqu'ils sont disposés semblablement par rapport au fil inducteur.

» La vérification de ces lois peut être regardée comme une confirmation de la méthode employée pour évaluer l'intensité des courants induits. J'ajouterai que ce procédé donne les mêmes valeurs, dans les limites des expériences, pour le rapport des deux courants induits, soit qu'on le détermine directement, ou que l'on évalue chacun d'eux en prenant l'inducteur pour unité ;

» 2°. L'effet d'induction décroît à mesure que la distance des deux systèmes augmente, suivant une loi d'autant plus rapide que cette distance est plus considérable : de telle sorte que, lorsque les deux systèmes sont très-rapprochés, l'intensité du courant induit est à fort peu près indépendante de leur distance mutuelle : celle-ci augmentant, l'intensité décroît en raison inverse d'abord de la racine carrée de la distance, ensuite de la simple distance. La loi en raison inverse de la racine carrée de la distance s'observe lors même que les deux systèmes sont assez éloignés l'un de l'autre pour que les distances de leurs divers éléments varient dans un même rapport.

» 3°. Si l'on emploie pour système induit une spirale d'un seul tour, faite avec un fil dont on augmente successivement la section ou le diamètre, l'intensité du courant direct augmente depuis le diamètre de $\frac{1}{2}$ millim. jusqu'à celui de 2 $\frac{1}{2}$ millim., le plus grand que j'aie employé, d'abord comme la racine carrée du diamètre ou la racine quatrième de la section, ensuite moins rapidement. L'inverse est, dans les mêmes circonstances, plus petit que le direct ; mais le rapport du premier au second croît comme la racine carrée du diamètre : de sorte que l'inverse varie en raison directe, d'abord du diamètre, ensuite de sa racine carrée.

» L'intensité de chacun des courants induits augmentant moins rapidement que la section, il en résulte, dans le cas d'un fil induit formé par la

réunion de plusieurs autres, qu'il s'opère entre eux, lorsqu'ils sont soumis simultanément à l'action du courant inducteur, une réaction en vertu de laquelle la quantité d'électricité développée dans chacun est moindre que lorsque les autres sont enlevés. Si l'on donne à la spirale induite deux, trois,.... tours au lieu d'un seul, l'effet d'induction devra diminuer à mesure que le nombre des tours augmentera, à cause de leur réaction mutuelle. L'observation justifie cette conséquence. Elle fait voir de plus, conformément à ce qu'indiquaient les expériences faites avec les spirales d'un seul tour, que le courant inverse décroît moins rapidement que le direct, de sorte que le rapport du premier au second est plus grand (la section du fil restant constante) pour une spirale de plusieurs tours que pour une d'un seul. J'ai trouvé, par exemple, $0^{mm},40$ pour le rapport des deux courants dans une spirale de plusieurs tours du fil de $0^{mm},64$ en diamètre, et $0^{mm},33$ avec une spirale du même fil, d'un seul tour. En employant du fil de $2\frac{1}{2}$ millim., j'ai obtenu pour les deux valeurs du même rapport $0^{mm},68$, et l'unité à fort peu près, suivant que la spirale induite renfermait un ou plusieurs tours.

» 4°. Les deux courants, direct et inverse, développés dans un même système induit par l'action d'un même système inducteur, le premier au moment où le courant de la pile est rompu, le second au moment où il est fermé, diffèrent l'un de l'autre, non-seulement par le sens, par l'intensité, par leur accroissement inégal lorsque la section augmente, mais aussi par la *tension :* le premier de ces deux courants s'affaiblissant suivant une loi moins rapide que le second, dans son passage à travers des fils de longueur et de section variables, intercalés dans le circuit induit (1).

» 5°. Si l'on soumet deux spirales à l'action d'un même système inducteur, l'intensité du courant induit dans chacune d'elles est moindre, l'autre spirale étant fermée, que lorsqu'elle est ouverte. L'effet de celle-ci est nul

---

(1) Si l'on établit la communication entre les deux extrémités du fil induit à l'aide d'un fragment d'or en feuilles, on peut apercevoir les étincelles qui accompagnent la formation du courant induit avec une spirale de gros fil, pour laquelle le rapport du courant inverse au direct est à peu près l'unité; j'ai observé qu'il n'y avait production de lumière que lors de la rupture du circuit inducteur, par conséquent lors de la formation du courant direct. Le courant inverse, quoique égal au direct, éprouve une diminution plus forte dans son passage à travers la feuille d'or, et c'est sans doute pour cette cause qu'il n'y a pas d'étincelles dans le circuit induit à l'instant où le courant inducteur est fermé.

dans ce dernier cas; si l'on fait traverser simultanément un même conducteur par les courants induits des deux spirales, on trouve qu'ils jouissent de la propriété, comme ceux de durée finie, de s'ajouter ou de se retrancher, suivant qu'ils parcourent le conducteur dans la même direction ou dans des directions opposées. La vérification de cette propriété confirme encore l'exactitude de la méthode expérimentale employée dans ces recherches, et fournit un moyen de vérifier, dans un grand nombre de cas, les valeurs que l'observation directe fournit pour l'intensité des courants induits.

» 6°. Pour se rendre compte de la diminution du courant induit dans un fil ou dans une spirale, lorsque d'autres fils ou d'autres spirales sont soumis à la même cause inductrice, il faut rechercher de quelle manière ces courants induits agissent sur des conducteurs fermés placés dans leur voisinage, et soumis seulement à leur action. M. Henry s'est occupé le premier de cette question : voici les résultats qu'il a obtenus.

» Si l'on appelle courant du premier ordre le courant inducteur, il détermine, à l'instant où il est rompu, dans un fil voisin, un courant de deuxième ordre, lequel a la même direction que celui de premier ordre. Si l'on fait agir ce courant de deuxième ordre sur un troisième conducteur fermé non soumis à l'influence du premier, il y fera naître un courant de troisième ordre, dont la direction est opposée à celle du courant de deuxième ordre. Le courant du troisième ordre développe de même, en agissant sur un quatrième conducteur non influencé par les deux premiers, un courant de quatrième ordre, de sens contraire au sien; de sorte que l'on a, pour la succession des signes des divers courants induits, la série suivante :

Courant de la pile, ou du 1er ordre.	+
1er courant induit par la rupture du précédent, ou du 2me ordre.	+
2me courant. . . . . ou du 3me ordre.	—
3me courant. . . . . ou du 4me ordre.	+
etc.	

» J'ai obtenu, jusqu'au septième ordre, les mêmes résultats que M. Henry, quelque petite que fût la distance entre les deux systèmes induit et inducteur. Je note cette circonstance, parce que l'habile physicien de New-Jersey pense que le courant induit n'est de sens contraire à celui de l'inducteur (dans le cas où ce dernier est lui-même un courant induit), que lorsque la distance des deux systèmes a acquis une certaine valeur.

» J'ai observé, de plus, qu'il se produit des phénomènes analogues au moment où l'on ferme le circuit voltaïque. La série correspondante à celle qui précède est dans ce cas :

Courant de la pile, ou du 1er ordre.		+
1er courant induit au moment où le précédent s'établit,	ou de 2me ordre.	—
2me courant.	ou de 3me ordre.	+
3me courant.	ou de 4me ordre.	—
etc.		

» Les courants instantanés se distinguent donc de ceux de durée finie en ce qu'ils induisent des courants dont le sens est contraire au leur, tandis que, pour les autres, les effets, au moment où leur action commence, sont contraires à ceux qui ont lieu lorsqu'elle cesse.

» Cela posé, lorsqu'une spirale inductrice agit sur deux spirales A et B, elle développe dans chacune d'elles deux courants de deuxième ordre et de même sens; chacun de ces derniers fait naître dans l'autre un courant de troisième ordre, dont la direction est opposée à celle du courant de deuxième ordre. On conçoit pourquoi la quantité d'électricité développée dans chacune des deux spirales est plus petite que si l'autre n'existait pas; mais on peut se demander si le courant induit dans chacune d'elles, dans A par exemple (l'autre étant fermée), est la différence entre le courant du deuxième ordre que détermine la spirale inductrice, et celui du troisième ordre que fait naître le courant du deuxième ordre de la spirale B. Quoique je ne possède pas encore les lois suivant lesquelles ces réactions s'exercent, des expériences très-soignées, que je rapporte en détail dans mon Mémoire, établissent, je crois, d'une manière incontestable, que la diminution d'intensité produite dans le courant de chaque spirale par celui de la deuxième, ne dépend pas seulement de l'intensité de ce dernier, et qu'il faut avoir égard à d'autres circonstances, telle que la position relative des spirales par rapport à l'inductrice. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Deuxième Mémoire sur la pomme de terre; par* MM. J. GIRARDIN *et* DUBREUIL fils.

(Commissaires, MM. Silvestre, Thenard, Boussingault et Gasparin.)

Les recherches dont les résultats se trouvent consignés dans ce Mémoire portent sur cinquante-cinq variétés de pomme de terre. Les auteurs, non-seulement ont comparé, au moyen de l'analyse chimique, le pouvoir nu-

tritif de ces variétés, mais encore ils se sont attachés à déterminer quelles sont, pour chaque nature de sol, celles dont la culture est le plus avantageuse.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Nouveau système de halage et de débarquement de lourds fardeaux; nouveau chariot destiné aux transports à travers les plaines sablonneuses, marécageuses et insalubres; par* M. **Ouvière**, entrepreneur du phare de Faraman (Camargue).

(Commission des Arts insalubres, fondation Montyon.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mécanisme servant à fermer les persiennes et les volets sans qu'il soit nécessaire d'ouvrir les croisées; par* M. **Havé**.

(Commissaires, MM. Gambey, Piobert, Séguier.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Nouvelle fermeture à coulisse; par* M. **Kettenhoven**.

(Commissaires, MM. Gambey, Piobert, Séguier.)

M. **Rouget de l'Isle** présente un Mémoire intitulé : *Théorie sur l'art d'écrire et d'imprimer sur les pierres graphiques et sur les planches de métal.* Il demande aussi qu'on rompe le cachet d'une enveloppe déposée par lui aux archives de l'Académie.

Le tout sera remis aux anciens commissaires, MM. Chevreul, Dumas, Pelouze.

M. **Ménardière** transmet une rédaction revue de son *nouveau système physique du monde.* Ce travail prendra la place de celui que l'auteur avait anciennement adressé.

CORRESPONDANCE.

Lettre de M. **le Garde des Sceaux** *au sujet du Rapport sur les moyens de découvrir les plus petites quantités d'arsenic.*

« Monsieur le Secrétaire perpétuel, par votre lettre du 6 juillet dernier, vous m'annoncez l'envoi de cent exemplaires du Rapport de M. Regnault

sur l'*emploi du procédé de Marsh*, que l'Académie des Sciences a bien voulu destiner à mon ministère.

» Je vous prie de vouloir bien faire agréer à l'Académie mes remercîments de cet envoi. Je dois vous faire remarquer en même temps que *cinquante* exemplaires seulement du travail de M. Regnault ont été adressés à la chancellerie, au lieu de *cent* que vous m'annoncez dans votre Lettre. Comme je compte faire distribuer les exemplaires qui seront mis à ma disposition aux parquets des diverses cours d'assises du royaume, je vous prie de vouloir bien faire réparer cette omission. »

CHIMIE. — *Note sur les produits qui se forment par l'oxydation des huiles essentielles d'anis, de badiane, de fenouil, de cumin, de carvi, de cannelle et de tanaisie, à l'aide du bichromate potassique; par* M. J **Persoz**.

« Les diverses publications qui ont été faites dernièrement, touchant les produits auxquels donnent naissance certaines huiles essentielles, soumises à l'action de quelques agents particuliers, me déterminent à venir communiquer aujourd'hui à l'Académie quelques faits concernant ces mêmes huiles, que j'ai eu l'occasion de constater en poursuivant mes recherches sur l'état moléculaire des matières organiques.

» Dans le but de décider par expérience si les huiles essentielles rentrent dans la classe des radicaux composés, dont le benzoïle et le cinnamyle seraient les types, ou si elles doivent être envisagées comme des carbures hydriques, tantôt anhydres et tantôt hydratés, je me suis attaché à connaître, le plus qu'il m'a été possible, la nature des produits que les huiles essentielles peuvent produire en présence des agents oxydants. Je n'ai pas mis une moins grande importance à l'appréciation de la quantité relative de ces produits, chose qui, à l'heure qu'il est, me semble par trop négligée.

» En faisant réagir sur diverses huiles essentielles un mélange de bichromate potassique, d'acide sulfurique et d'eau (1), j'ai recueilli les produits dont il va être fait mention ci-après.

---

(1) Ce mélange se fait dans le rapport de

Bichromate potassique..........	0^k,500
Acide sulfurique................	1,100
Eau..........................	4,000

et sert à oxyder de 50 à 60 grammes d'essence, suivant la nature de cette dernière.

» Des huiles essentielles d'anis, de badiane (anis étoilée), de fenouil, j'ai retiré :

» 1°. Un produit soluble dans l'eau, vaporisable par la chaleur, et que par tous ses caractères j'ai reconnu pour être de l'*acide acétique;*

» 2°. Un produit insoluble que j'ai séparé par filtration, et duquel, au moyen de traitements appropriés, j'ai retiré deux acides distincts et bien définis.

» J'ai donné à l'un le nom d'*acide ombellique*, qui rappelle celui de la famille à laquelle appartiennent l'anis et le fenouil, et à l'autre le nom d'acide *badianique*, qui rappelle celui de la badiane (anis étoilée) (1).

» L'*acide ombellique* cristallise en très-belles aiguilles de la forme d'un prisme à base rhombe; chauffé, il fond entre 175 et 180° cent., et entre en ébullition de 275° cent. à 280. Cependant cet acide se sublime à un degré de chaleur bien moins élevé. Si, par exemple, lorsqu'il est fondu, on le verse sur une surface froide, il s'y congèle immédiatement, mais la congélation n'est pas encore complétement achevée, que déjà il se recouvre extérieurement d'une multitude de petites aiguilles cristallisées et longues de quelques millimètres.

» Au moment de la congélation de l'acide ombellique, il se passe un autre phénomène physique assez curieux, et qui semblerait expliquer la formation des petites aiguilles cristallines : je veux parler d'une multitude de petites bulles qni se dégagent des parties de cet acide qui ne sont point encore congelées. Ces bulles, en s'accumulant, viennent pour la plupart crever à la surface de l'acide, qui est encore liquide. L'acide ombellique est peu soluble dans l'eau froide : sa solution rougit à peine le papier de tournesol; il est un peu plus soluble à chaud, et cristallise par le refroidissement. Dans l'alcool il est très-soluble, surtout à chaud, en sorte que l'on obtient des solutions alcooliques chaudes et saturées qui se prennent en masse par le refroidissement. A la température ordinaire, l'acide ombellique est très-peu soluble dans l'éther; c'est en raison de cette insolubilité qu'on peut le séparer de l'acide badianique qui l'accompagne, et qui, au contraire, se dissout facilement dans l'éther.

» La plupart des réactions produites avec l'acide ombellique rentrent

---

(2) Ces noms, ainsi que deux autres que dans cette communication nous avons consacrés à de nouveaux acides, laissent beaucoup à désirer sans doute, mais la nomenclature des produits organiques n'existant point encore, il nous était difficile de donner à ces divers acides des noms mieux appropriés.

dans le genre de celles qu'on réalise soit avec l'acide benzoïque, soit avec l'acide cinnamique.

» En contact avec l'acide nitrique concentré et pur, l'acide ombellique donne naissance à un acide composé dans lequel figurent les éléments de la vapeur nitreuse. Avec les bases, il forme des sels (les *ombellates*) qui ont la plus grande analogie avec les benzoates. Plusieurs de ces sels peuvent cristalliser; tels sont les ombellates ammonique, barytique, plombique et argentique.

» L'*acide badianique* cristallise sous forme d'aiguilles prismatiques rayonnées et groupées en forme de champignons. Il est plus soluble dans l'eau et rougit plus nettement la teinture de tournesol que l'acide ombellique; il est très-soluble dans l'alcool et dans l'éther. Je ne puis encore décider si cet acide, que j'ai obtenu en faible proportion, est ou n'est pas un produit dérivé de l'acide ombellique.

» *Huile de cumin* (*Cuminum cyminum*). MM. Cahours et Gerhardt ont publié dernièrement un long travail sur cette huile, qu'ils considèrent comme étant formée de deux produits, le *cuminol* et le *cymène*. Selon ces chimistes, le cuminol serait contenu dans les derniers produits de la distillation de l'huile essentielle de cumin, et ce produit, qu'il soit isolé ou réuni au cymène dans l'huile de cumin, serait susceptible de s'oxyder et de produire un acide fusible à 90° centigr.; ces messieurs lui ont donné le nom d'acide cuminique.

» J'ai fait moi-même des expériences sur plusieurs espèces d'huiles essentielles de cumin, et j'ai observé que cette essence, soumise à l'influence oxydante d'un mélange de bichromate potassique et d'acide sulfurique, se transforme en *acide acétique* et en *deux acides nouveaux* très-bien caractérisés que je désignerai, l'un sous le nom d'acide *cyminique*, qui rappelle le nom spécifique de la plante qui fournit l'huile essentielle de cumin, et l'autre sous celui d'acide *cumino-cyminique*, qui rappelle en même temps les noms génériques et spécifiques de cette même plante. L'*acide cyminique* est d'un blanc éclatant assez semblable au blanc de baleine; il se présente sous forme d'un prisme à base rhombe; ses cristaux sont simples ou conjugués suivant la nature du milieu au sein duquel ils ont pris naissance. En faisant cristalliser cet acide dans l'alcool, on obtient de très-volumineux cristaux, que, jusqu'à un certain point, on pourrait prendre pour de la chaux sulfatée, cristallisée sous forme de fer de lance. Il entre en fusion à la température de 115° cent.; quand la température est plus élevée, il se volatilise sans éprouver de décomposition.

» Cet acide est insipide; il est peu soluble dans l'eau froide, très-soluble, au contraire, dans l'alcool et dans l'éther, et peut aisément cristalliser au sein de ces véhicules. L'acide acétique cristallisable le dissout à chaud en toutes proportions : par le refroidissement, la dissolution donne des cristaux réguliers et prismatiques. Les propriétés chimiques de cet acide peuvent, à peu de chose près, se confondre avec celles de l'acide benzoïque; c'est du moins ce qui résulte de sa manière d'être en présence de l'acide nitrique et des combinaisons qu'il forme avec les oxydes ammonique, barytique, ferreux, ferrique, manganique, plombique et argentique.

» *Acide cumino-cyminique*. En faisant réagir le mélange oxydant d'acide sulfurique, d'eau et de bichromate potassique sur l'huile essentielle de cumin, avec la précaution de ne point dépasser la température de 60 à 70°, on obtient d'abord, par le refroidissement de la liqueur, un produit solide, renfermant beaucoup d'acide cyminique, que par une filtration on isole de la partie liquide. Cette dernière, portée et maintenue à l'ébullition pendant quelques minutes, devient effervescente, et en même temps on voit se former une substance d'un blanc cristallin, qui se sépare, et qui est l'acide auquel j'ai donné le nom d'acide *cumino-cyminique*. Cet acide jouit de propriétés remarquables. Chauffé, il se volatilise entièrement sans passer à l'état liquide et sans éprouver de décomposition. Il est plus dense que l'eau, dans laquelle il est insoluble, de même que dans l'alcool, dans l'éther et dans la plupart des liquides. On peut le faire bouillir avec l'acide sulfurique concentré, sans qu'il éprouve la plus légère coloration; mais dans cette circonstance, l'acide cumino-cyminique se modifie physiquement, puisque après avoir subi l'action de l'acide sulfurique, il peut exister momentanément en dissolution dans l'eau. Quant aux réactions chimiques qu'il est susceptible de produire, elles rentrent dans celles des acides ombellique et cyminique.

» *L'huile essentielle de carvi* (Carum carvi), oxydée comme les huiles précédentes, fournit aussi de l'acide acétique, et en même temps un acide que je n'ai point encore pu isoler, parce qu'il est détruit en grande partie par l'acide chromique.

» *L'huile essentielle de cannelle* se transforme en acides benzoïque et acétique sous l'influence du mélange chromique oxydant.

» *L'huile de tanésie* (Tanacetum vulci), oxydée par une solution chromique, donne une assez forte proportion de camphre, qui est tout à fait identique avec le camphre des laurinées. Ce camphre préexiste-t-il dans

l'essence, ou n'est-il qu'un produit d'oxydation? C'est une question qui reste à résoudre.

» Les chimistes ne verront pas sans intérêt que les huiles essentielles d'anis, de cumin et de carvi, fournies par des plantes de la même famille, et si différentes entre elles par la nature des acides particuliers auxquels elles donnent naissance, se lient toutes néanmoins par la formation d'un produit constant : l'acide acétique.

» Quant aux acides nouveaux dont je viens de signaler l'existence, si leur découverte ne devait avoir pour résultat que de grossir le catalogue déjà si étendu des acides organiques, j'avoue qu'elle aurait bien peu de valeur à mes yeux. Bientôt j'espère pouvoir attacher plus d'intérêt à leur existence, en faisant ressortir la relation moléculaire qui existe entre ces quatre acides et les acides benzoïque, cinnamique, salicylique, avec lesquels ils ont, du reste, tant d'analogie. »

CHIMIE LÉGALE. — *Lettre de* MM. **Fordos** *et* **Gélis** *sur divers effets observés avec l'appareil de Marsh.*

« En employant dans l'appareil de Marsh divers échantillons de zinc purifié et ne contenant aucune trace de sulfures, nous avons constaté un grand nombre de fois la production de quantités notables d'acide sulfhydrique. Suivant nous, la formation de ce gaz ne peut être attribuée qu'à la réduction partielle de l'acide sulfurique par l'hydrogène naissant.

» Toutes les fois qu'on verse de cet acide concentré dans un appareil de Marsh, soit au commencement de l'opération, soit lorsque le dégagement du gaz semble se ralentir, les produits gazeux, reçus dans une dissolution d'acétate de plomb, déterminent un précipité noir; ils sentent légèrement les œufs pourris, et brûlent avec une flamme bleuâtre en produisant de l'acide sulfureux.

» La réduction de l'acide sulfurique paraît s'opérer dans la partie inférieure du vase, avant que cet acide n'ait été mêlé au reste de la liqueur par le mouvement que le dégagement du gaz détermine dans la masse. Lorsque le phénomène se passe dans une liqueur arsenicale, les taches que l'on obtient deviennent moins abondantes, et leur aspect, ainsi que leurs propriétés chimiques, changent complétement; la couleur de ces taches varie depuis le jaune clair jusqu'au rouge sombre, suivant la proportion d'arsenic qu'elles contiennent, soit libre, soit combiné. Les taches jaunes brillantes paraissent être de l'orpiment pur. L'ammoniaque les dissout instantané-

ment, et elles reparaissent par l'évaporation. Elles sont aussi solubles dans la potasse; elles ressemblent aux taches de *crasse*, en ce que l'acide azotique ne les dissout que difficilement, même à chaud; l'eau régale les fait disparaître à l'instant même, et la disssolution, évaporée à sec et traitée par l'azotate d'argent bien neutre, donne la coloration rouge-brique de l'arséniate d'argent.

» Pour expliquer la formation de ces taches sulfurées, il faut admettre que, lorsque l'acide sulfhydrique se produit dans la partie inférieure, l'hydrogène arsénié qui prend naissance dans les portions supérieures du liquide n'en continue pas moins à se former, et les deux gaz arrivant ensemble dans le tube effilé, réagissent l'un sur l'autre, au moment où on les enflamme.

» Le fait que nous signalons nous paraît avoir quelque importance; car on conçoit que, lorsque l'acide sulfhydrique se produit dans une liqueur acide contenant de l'acide arsénieux, ces deux corps doivent se décomposer mutuellement, et produire du sulfure d'arsenic, dont la présence ne peut être décélée par l'appareil de Marsh, comme nous nous en sommes assurés; et dans le cas où l'on n'aurait à retrouver qu'une très-faible quantité de poison, on conçoit qu'elle puisse échapper à l'opérateur, ou du moins qu'il n'obtienne que de ces vestiges insuffisants pour établir sa conviction. Il montre aussi combien MM. les Commissaires de l'Académie avaient raison d'ajouter, en rendant compte des travaux de M. Lassaigne : « qu'il faut bien se garder de conclure à la présence de l'arsenic de ce que la » dissolution d'azotate d'argent se trouble, et de ce qu'elle donne un dépôt » pendant le passage du gaz. »

ASTRONOMIE. — *Extrait d'une Lettre de* M. **Madler** *à* M. Arago, *sur une particularité remarquable observée dans une étoile double.*

« J'ai entrepris quelques observations sur les étoiles doubles; à cette » occasion, j'ai été surpris, le 18 avril, à $9^h\ 5^m$ de temps sidéral de Dorpat, » de voir ζ de l'Ourse simple. Comme le soleil était encore sur l'horizon, » j'attendis jusque après le coucher, mais je n'aperçus aucune trace du satellite, quelque bien que je le connaisse. Pour plus de certitude, je cherchai des étoiles doubles, difficiles à voir dans le crépuscule : la 181e du » Chien de chasse, la 260e du Bouvier et ζ du Sagittaire s'apercevaient distinctement. Vers 10 heures, le satellite de ζ de l'Ourse se montrait dans » toute sa splendeur. Je n'avais jamais rien remarqué de pareil dans cette

» étoile, si ce n'est en 1834. Alors elle me sembla simple, mais je me ser-
» vais d'un instrument bien médiocre. Malheureusement je n'ai pas marqué
» le jour de cette première observation. En définitive, je crois que la com-
» pagne de ζ de l'Ourse doit être variable comme Algol, mais probable-
» ment avec une période beaucoup plus longue. »

ACOUSTIQUE. — *Lettre de* M. **DANIEL COLLADON** *à* M. Arago *sur les sons qui se produisent dans l'eau.*

« J'ai l'honneur de vous prier de vouloir bien communiquer à l'Académie des Sciences les résultats de quelques expériences sur la production et la propagation du son sous l'eau, que je viens d'entreprendre dans le lac de Genève.

» Lors de mes premières expériences sur ce sujet, à la fin de l'année 1826, vous m'engageâtes à essayer si l'on pourrait percevoir un son réfléchi par le fond d'un lac ou de la mer, afin de mesurer par l'intervalle de temps écoulé la profondeur de l'eau.

» Cette expérience a été tentée, en 1838, sur les côtes des États-Unis d'Amérique, et à la demande de l'amirauté, par M. C. Bonnycastle, professeur de l'Université de Virginie. On trouve un extrait de ces expériences dans le n° 316 du journal *l'Institut*, p. 25.

» Le Mémoire de M. Bonnycastle contient une assertion qui m'a paru contraire aux résultats que j'avais obtenus en 1826, et dont les détails ont été insérés dans les *Annales de Physique* pour 1827, et dans le tome V des *Mémoires de l'Institut* (*Savants étrangers*). Le professeur américain a conclu de ses expériences, que *le son s'entend mieux dans l'air que dans l'eau*, et il indique comme la limite à laquelle il aurait cessé d'entendre sous l'eau *un coup de cloche, la distance de huit à dix mille pieds*.

» L'instrument dont s'est servi M. Bonnycastle était évidemment très-imparfait, car dans mes expériences du mois de novembre 1826, en me servant d'une cloche du poids de 65 kilogr., j'ai pu communiquer, malgré le bruit des vagues assez fortes, à la distance de 13500 MÈTRES.

» Lorsqu'on écoute de près un coup frappé par un marteau sur un corps en partie plongé dans l'eau, en se servant d'un appareil hydro-acoustique, semblable à celui qui a été décrit et figuré dans le tome V des *Savants étrangers*, on entend distinctement deux bruits : le premier, arrivé par l'eau, est plus bref, et paraît moins intense que le second, transmis par l'air. Mais à mesure que l'on s'éloigne, le rapport des deux intensités varie,

et à une distance suffisante, *le premier bruit perçu dans l'eau, est beaucoup plus intense que le second perçu par l'air.* En augmentant encore la distance, on continue d'entendre distinctement le bruit dans l'eau, lors même qu'il est impossible d'entendre aucun son transmis dans l'air, par un temps parfaitement calme et pendant le silence de la nuit.

» En frappant, avec une force égale, une cloche alternativement sous l'eau et hors de l'eau, on obtient des résultats parfaitement concordants.

» Dans l'air, il est difficile d'augmenter beaucoup l'intensité des sons recueillis; pour les sons transmis dans l'eau, j'ai décrit un instrument dont le pouvoir grossissant peut être augmenté jusqu'à une limite qui n'est pas connue, et que des essais récents m'ont prouvé être bien au delà de celle que j'avais atteinte précédemment. J'ai un appareil dont le pouvoir amplificateur est plus que double de celui de mon ancien appareil, et j'ai la certitude que je peux l'augmenter beaucoup encore.

» J'ai fait construire un appareil composé d'un mouvement d'horlogerie et d'un timbre, pesant un peu moins de 1 kilogr.; un marteau, mis en mouvement par l'horloge, frappe le timbre sous l'impulsion d'un ressort dont la force de tension est constante. Je me suis aussi servi d'une boîte à musique, de petite dimension, qui joue sous l'eau, soit en l'immergeant, soit en la renfermant dans une petite cloche à plongeur. C'est avec ces deux appareils que j'ai pu constater les résultats énoncés ci-dessus. Entre autres faits, j'ai reconnu que les *sons aigus* sont plus faciles à percevoir sous l'eau à de grandes distances.

» Les vases formés de lames métalliques très-minces et fermés par le bas, sont sans aucun doute les appareils hydro-acoustiques les plus convenables; mais tout les corps solides plongés en partie dans l'eau et contre lesquels on appuie la tête pour écouter, peuvent transmettre à l'oreille des sons qui se propagent sous l'eau.

» Quand un corps sonore est mis en vibration sous l'eau, ses vibrations, loin de s'éteindre rapidement, peuvent subsister pendant un temps assez long, lors même que la densité du corps sonore et de l'eau sont peu différentes. Ainsi en faisant vibrer sous l'eau, par un choc, une cloche mince de cristal de 18 centimètres d'ouverture, on peut s'assurer au bout d'une seconde que les vibrations durent encore; car si l'on retire après ce temps la cloche de l'eau, on entend un son très-distinct.

» Une grosse cloche de métal entièrement immergée donne, sous l'influence d'un choc, un son qui dure plusieurs secondes; en plongeant à peu de distance de la cloche une barre que l'on tient en même temps avec

la main, on ressent un mouvement vibratoire très-violent qui est transmis par l'eau à la barre.

» Les intonations parlées peuvent se transmettre à quelque distance sous l'eau; mais si la personne qui parle est placée sous une cloche de plongeur, on n'entend que des sons confus, sans pouvoir distinguer les articulations à une distance de quelques mètres.

» Le choc d'une chute d'eau, ou celui des palettes d'un bateau à vapeur de 100 chevaux et plus en marche, ne produisent sous l'eau qu'un bruit faible et confus, un léger bourdonnement; *à 50 mètres* les roues d'un bateau à vapeur font sous l'eau un bruit analogue au bourdonnement d'une abeille; à 1000 mètres on n'entend aucun bruit distinct: je suis donc fondé à croire que c'est à tort que l'on a souvent prétendu que le bruit des bateaux à vapeur éloignait les poissons dans les rivières.

» Quoique les sons transmis par l'eau et perçus avec mon appareil soient beaucoup plus brefs que ceux transmis par l'air, cependant on reconnaît avec la plus grande facilité, non-seulement le degré d'acuité du son, mais encore le timbre du corps frappé, et très-souvent on peut deviner sa nature et jusqu'à un certain point ses dimensions et la manière dont il est frappé. Le bruit d'une chaîne agitée sous l'eau se distingue si bien, qu'on s'aperçoit du bruit lorsqu'une barque, distante de 4 ou 5000 mètres, lève son ancre. Dans une guerre maritime cette observation pourrait avoir quelque importance.

» J'ai indiqué dans le Mémoire cité l'influence des tirants pour atténuer l'intensité du son transmis; cette influence n'est pas absolue: si les vibrations sont énergiques, le son se transmet avec une certaine intensité au-delà des obstacles solides qu'il rencontre. Dans une expérience faite avec une grosse cloche, on a compté chaque coup frappé, dans une maison bâtie au bord de l'eau, sur un terrain remblayé, à une distance d'environ 3000 mètres de la cloche, quoique celle-ci fût séparée de la maison par un promontoire.

» J'ai été autorisé à me servir pendant quelques jours d'une cloche du poids de 500 kilogrammes appartenant à une église du canton de Genève. Je l'ai fait immerger, à 3 mètres de profondeur, dans un endroit où la profondeur de l'eau était d'environ 15 mètres, à la pointe de Promenthoux, près Nyon; on la frappait avec un marteau en fer, pesant 10 kilog., au moyen d'un très-long manche en fer coudé à angle droit à sa partie supérieure et dont le sommet de l'angle était traversé par un axe.

» Ce marteau a été constamment manœuvré par un seul homme qui pouvait frapper un coup chaque deux secondes.

» J'avais espéré pouvoir faire une nouvelle série d'expériences sur la vitesse du son transmis sous l'eau du lac, dont la température était, entre les deux stations choisies, de 17° cent. (Dans mes expériences du mois de novembre 1826 elle était de 8° cent.) La facilité avec laquelle nous avons pu entendre le bruit des coups frappés sur cette cloche à la distance assez considérable de *trente-cinq mille mètres*, m'avait déterminé à choisir cette distance pour l'intervalle entre les deux stations. M. Muller, astronome-adjoint de l'observatoire de Genève et professeur de physique à Nyon, m'accompagnait dans cette expérience et écoutait avec moi au moyen d'un second appareil; malheureusement, dans les deux seuls jours qui nous étaient donnés pour ces mesures, la sérénité du ciel et le clair de lune nous ont empêché de distinguer les éclairs produits par la combustion de la poudre, qui m'avaient si bien réussi pendant les nuits brumeuses du mois de novembre. On a porté jusqu'à une livre la quantité brûlée à chaque coup, sans que la lueur produite ait pu être observée avec assez de certitude pour prendre des mesures.

» Cet essai, fait le 5 août, entre Promenthoux et Grandvaux près de Cully, m'a cependant confirmé la justesse des prévisions insérées dans mon premier Mémoire, sur l'utilité que l'on pourrait retirer de ce moyen de communication pour correspondre dans l'eau de la mer ou des lacs à de grandes distances, et probablement à des distances telles qu'aucun autre moyen de communication, soit par la lumière, soit par des bruits perçus dans l'air, ne serait possible. Il me paraît démontré aujourd'hui qu'on pourrait, dans des circonstances favorables, et avec des moyens énergiques et bien combinés, communiquer sous la mer à une distance *de quelques cent mille mètres*. Il est fort probable que dans beaucoup de localités, l'intensité du son dans la mer, loin de décroître proportionnellement au carré de la distance, ne diminuerait que proportionnellement à la distance simple ou à peu près, parce que le son se propagerait dans une lame d'eau dont les deux surfaces, supérieure et inférieure, concentreraient dans la masse fluide la presque totalité des vibrations qui viendraient rencontrer ces surfaces sous des angles très-aigus.

» On peut prévoir que dans le fond des golfes, les vibrations, refoulées et concentrées sur certains points, pourront y produire un bruit très-intense. Il est d'ailleurs facile de concevoir une foule de dispositions et de

constructions artificielles qui faciliteront ces essais télégraphiques, dont les administrations maritimes tireront parti tôt ou tard (1).

» A 35000 mètres, chaque coup frappé s'entendait distinctement avec les deux appareils dont l'un était celui qui m'avait servi en 1826. Avec l'autre appareil, les sons étaient plus prolongés, on reconnaissait le tintement de la cloche et l'on distinguait assez bien son timbre. Avec l'ancien instrument le bruit était plus faible et plus bref (2).

» Ni M. Muller ni moi n'avons entendu aucun écho, bien que la configuration du lac pût faire admettre qu'on en entendrait plusieurs; mais M. Veret, ancien élève de l'École centrale de Paris, qui pendant ces essais s'est promené en bateau perpendiculairement à la rive, à quelques mille mètres seulement de la cloche, a entendu avec un appareil semblable au mien, dans certaines stations, jusqu'à deux échos intenses et très-distincts. Le plus souvent on n'entend d'autre écho qu'un retentissement causé par les ondes sonores répercutées par les rives; ce retentissement est très-sensible lorsqu'on est placé au-delà de la cloche, perpendiculairement au rivage ou à peu près.

» Mes expériences sur la possibilité d'entendre l'écho réfléchi par le fond ne sont pas encore assez nombreuses pour qu'il me soit possible de décider de l'efficacité de ce moyen pour mesurer la profondeur de l'eau. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur une question de priorité relative à l'emploi des sels de fer dans l'épurage du gaz d'éclairage. — Sur l'emploi de la chaleur perdue des hauts-fourneaux pour la préparation du charbon.* — Extrait d'une Lettre de M. **Houzeau-Muiron**.

« Dans la séance du 16 de ce mois, l'Académie a entendu un Rapport sur certaines améliorations indiquées par M. Mallet dans la production du gaz d'éclairage. Dans ce travail, l'emploi des sels de fer, pour obtenir la purification du gaz, est présenté comme une innovation intéressante.

» Ayant déjà obtenu de l'Académie des Sciences une récompense qui,

---

(1) L'agitation des vagues ne trouble que fort peu le silence presque absolu qui règne sous l'eau de la mer. Ce silence tend beaucoup à favoriser les communications qu'on tentera d'établir sous l'eau.

(2) Il convient, pour ces essais à de grandes distances, de vider d'air la cloche quand on la descend sous l'eau. On le peut facilement sans la retourner, en se servant d'un siphon qu'on y place à l'avance.

à mes yeux, a une très-grande importance, je tiens à justifier ce que cette distinction a d'honorable en revendiquant ce qui m'appartient dans les améliorations industrielles qu'elle juge dignes de son attention.

» . . . Propriétaire d'une usine à gaz portatif et à gaz courant dans la ville de Reims, j'ai constamment recherché les moyens d'améliorer ces deux industries. En 1835 (ainsi que le constate un brevet pris par moi à cette époque), j'ai indiqué comme moyen de purifier le gaz, l'emploi des sels de fer, et pour rendre le procédé plus manufacturier, j'ai utilisé les sulfates de fer qu'on obtient à très-bas prix du lessivage des lignites pyriteux.

» J'ai décrit la réaction qui s'opère par la décomposition des sulfates de fer qui se transforment en sulfate d'ammoniaque en absorbant l'ammoniaque contenue dans le gaz, et en sulfure de fer qui se produit par la décomposition de l'acide sulfhydrique, de sorte que, par l'emploi de ces sels de fer, *on obtient simultanément un produit utile, le sulfate d'ammoniaque et la séparation de deux substances qui donnent au gaz une odeur insupportable.*

» Indépendamment de cette amélioration, j'ai indiqué le moyen d'obtenir du bleu de Prusse en décomposant le cyanure de calcium qui se produit par le lavage du gaz à l'eau de chaux. En traitant cette eau par le sulfate de fer, on obtient un précipité noir, abondant, qui, étant ensuite traité par l'acide chlorhydrique, donne un beau précipité bleu.

» Ces faits sont consignés dans le brevet précité, leur description est accompagnée du dessin des appareils employés, et, si besoin était, ils seraient attestés par les personnes qui ont visité ma fabrique et notamment par M. le maire de la ville de Reims.

» Sans doute M. Mallet a complétement ignoré l'existence de ces améliorations, et si j'en revendique aujourd'hui la légitime propriété, ce n'est pas que je veuille être un obstacle aux récompenses que l'Académie pourrait lui décerner, mais c'est, je le répète, parce que c'est un devoir pour moi de réclamer ce qui m'appartient, et de justifier ainsi la distinction honorable dont j'ai été l'objet.

» Cette revendication n'est pas la seule que je sois dans l'obligation de faire pour ne pas laisser à d'autres le résultat de quelques travaux utiles.

» *Il y a déjà plus de six années* que j'ai employé le calorique qui se perd au gueulard des hauts-fourneaux pour obtenir la carbonisation du bois, et que j'ai démontré par la pratique la possibilité d'opérer économiquement la réduction du minerai avec du bois incomplétement carbonisé, ou charbon roux.

» La première application de ces deux améliorations a été faite par les soins et sous la direction de M. Fauveau Deliars dans son fourneau des Bièvres (Ardennes). En conséquence un brevet a été pris en 1834 au nom de MM. Houzeau-Muiron et Fauveau Deliars. Depuis cette époque, plusieurs mémoires ont été publiés sur cet objet dans les *Annales des mines* et notamment par M. Bineau, ingénieur en chef des mines. Dans ce travail, M. Bineau a démontré les avantages de la nouvelle carbonisation, il a reconnu formellement nos droits à la priorité. Le compte rendu des ingénieurs des mines, publié par le Gouvernement en 1838, constate que c'est au haut-fourneau des Bièvres, dans les Ardennes, que cette amélioration a pris naissance.

» Dans peu de temps, je publierai les résultats obtenus dans les hauts-fourneaux depuis la première application de nos procédés de carbonisation. Il sera facile de démontrer qu'en suivant nos indications on peut obtenir d'une quantité donnée de bois deux fois plus de charbon (1) que par l'ancien procédé des forêts, et par conséquent atténuer la pénurie toujours croissante qui se manifeste dans la production des bois de France. »

M. Dumas, sans s'arrêter à la réclamation de M. Houzeau-Muiron, relative à l'emploi des gaz du gueulard, qui paraît porter sur quelque malentendu, ajoute les explications suivantes :

« L'Académie a, sur mon rapport, accordé, il y a quelques années, un prix à M. Houzeau-Muiron pour son procédé, qui permet d'utiliser les eaux savonneuses pour l'extraction du gaz. J'ai visité avec soin, à cette époque, l'usine de M. Houzeau-Muiron, à Reims, et je n'y ai rien vu qui eût rapport à l'emploi du sulfate de fer pour l'épuration du gaz.

» L'habile industriel dont il s'agit lavait son gaz à la chaux, obtenait ainsi du cyanure de calcium et du sulfure de calcium; puis il traitait, *hors de l'appareil*, ce mélange avec du sulfate de fer et de l'acide chlorhydrique, ce qui lui donnait du bleu de Prusse.

» C'est *dans l'appareil même* que M. Mallet traite d'abord son gaz par les sels de fer, pour retenir l'ammoniaque; puis par la chaux, pour absorber quelques restes d'hydrogène sulfuré. M. Houzeau-Muiron annonce qu'il est breveté pour ce dernier traitement, mais il aurait dû ajouter qu'il n'en

---

(1) Avec la chaleur perdue du gueulard on obtient 30 à 35 p. 100 de charbon noir et 40 à 45 p. 100 de charbon roux.

avait rien dit à la Commission de l'Académie. Il n'est pas à ma connaissance d'ailleurs, qu'aucune usine à gaz, excepté celle de Saint-Quentin, l'ait mis en usage jusqu'ici.

» Du reste, un procédé analogue à celui de M. Mallet a été proposé par M. Krafft, ancien élève de l'École Polytechnique, pour la désinfection des fosses d'aisance. La Commission ne l'ignorait pas; elle a fait vis-à-vis de M. Mallet toutes ses réserves sur ce point. »

MÉTALLURGIE. — *Réclamation de priorité relative à l'emploi de la chaleur perdue des hauts-fourneaux pour l'affinage de la fonte.* — Extrait d'une Lettre de M. **Robin**.

MM. *d'Andelarre* et *de Lisa*, maîtres de forges à Treveray, et MM. *Thomas*, *Laurens*, ingénieurs civils, ont fait il y a peu de temps une communication à l'Académie dans le but d'annoncer qu'ils sont les premiers parvenus à opérer le *puddlage* de la fonte au moyen des gaz des hauts-fourneaux. Leurs opérationsne datent que de cette année, et il est publiquement connu qu'aux forges de Wasseralfingen (Würtemberg) le puddlage se fait en grand depuis environ *dix-huit mois*, ainsi que M. Grouvelle l'a récemment annoncé à l'Académie, au nom de M. Faber-Dufaure, directeur de Wasseralfingen. Les premiers essais de puddlage ont été faits dans cette usine pendant *l'été de* 1839 seulement, dans un four établi près du gueulard et fait sur une très-petite échelle. *Mais déjà dans plusieurs brevets* que j'ai pris successivement depuis le 8 *mars* 1838 pour l'emploi des gaz des hauts-fourneaux, j'ai décrit avec tous les détails nécessaires les procédés qui se rattachent à la fusion de la fonte et au puddlage par le moyen des gaz. Au mois de *septembre et d'octobre* 1838, je suis parvenu à opérer dans la forge de *Niederbronn* (département du Bas-Rhin) LA SECONDE FUSION *de la fonte*, d'une manière parfaite, dans un réverbère construit sur l'échelle usitée dans les arts et établi sur le sol de l'usine. *C'est la première fois qu'on a tiré parti d'une manière importante des gaz des hauts-fourneaux*. Quant au puddlage, on l'exécute par les mêmes procédés aux forges de Jacgerthal (département du Bas-Rhin), depuis le mois de janvier 1840.

L'Académie reçoit une Note de M. G. **Mamiani**, sur la température extraordinairement élevée qui s'est fait sentir à Pesaro, le 18 juillet 1841.

Nous réunirons prochainement les déterminations contenues dans la lettre de M. Mamiani à celles qui nous sont annoncées de divers lieux.

Nous attendrons également que toutes les communications concernant les étoiles filantes périodiques du mois d'août nous soient parvenues pour en présenter le tableau. L'Académie a reçu aujourd'hui, sur ce dernier objet, des Notes de M. **Alexis Perrey**, de Dijon; de M. **Gartle**, de Cologne; de M. **Walferdin** et de M. **Eug. Bouvard.**

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Polygonum.*

Une personne qui signe **Ludwig Ornoch**, écrit que si l'on met, à la température ordinaire, des feuilles entières de polygonum dans de l'eau mêlée de ferment de bière, il suffit de douze à vingt-quatre heures pour qu'une couche de bleu se montre à la surface de l'eau. Cette eau, traitée ensuite, dit l'auteur, par la chaux et l'acide muriatique, laisse la couleur se précipiter.

MÉTÉOROLOGIE. — *Météore lumineux du* 18 *août* 1841.

M. **Lher** a vu le météore en se promenant vers 9 heures du soir sur le boulevard du Mont-Parnasse.

Averti par une vive et subite clarté répandue sur tous les objets, M. Lher porta ses yeux vers le ciel et il vit le météore dans la constellation du Cygne, marchant du sud au nord. Sa durée fut de 3 à 4 secondes. La disparition eut lieu subitement vers le milieu de l'intervalle compris entre γ et α. Dans sa route il était passé entre γ et β, vers le tiers de la distance qui les sépare.

Le second observateur dont nous ayons reçu le rapport sur le météore du 18 août, est M. **Desdouits**, professeur de physique au collége Stanislas. Nous allons le laisser parler lui-même :

« Hier, je me promenais dans un grand jardin d'une maison de cam-
» pagne, à *Bourg-la-Reine*, le long d'une allée dirigée de l'est à l'ouest,
» et j'étais tourné vers ce dernier point, lorsque je fus frappé d'un éclat
» subit, qu'au premier instant je pris pour un éclair. Mais comme il ne
» s'évanouit pas *immédiatement*, je jugeai qu'il avait un autre principe,
» et je me *retournai* vivement vers l'est, où j'aperçus au ciel un magni-
» fique globe de feu, d'un éclat incomparable, qui illuminait entièrement
» l'horizon. Il courait horizontalement avec une médiocre vitesse, entre la
» constellation de *l'Aigle* et celle de *Cassiopée;* il s'éteignit subitement sur

» un point de cet intervalle, qui formait les deux tiers de la distance, à » partir de l'Aigle. En disparaissant, il ne laissa *aucune trace*, et ne fit » entendre *aucun bruit*; j'étais seul alors, au milieu du plus grand silence, » et attentif au moment de la disparition, que je supposais devoir être *ex-* » *plosive*.

» Depuis le moment précis où se produisit l'éclair qui manifesta pour » moi la présence du météore, jusqu'à l'instant où je le vis disparaître, il » s'écoula environ *trois secondes*; je suis certain que cette durée fut infé- » rieure à *quatre secondes*. Il était alors *neuf* heures moins *dix minutes* » environ.

» Le météore était à peu près sphérique, d'un diamètre plus grand que » celui de la Lune; on aurait pu le prendre pour quelque belle pièce d'ar- » tifice, dont il avait l'apparence. Mais je ne crois pas qu'une belle bombe » éclaire l'horizon aussi vivement que le faisait ce météore. Je dois ajouter » que si mes souvenirs sont fidèles, et surtout exacts, il *projetait* quelques » étincelles, mais celles-ci s'évanouissaient *immédiatement*. »

Le globe lumineux a été vu à Paris par MM. *Serres* et *Babinet*. Faut-il croire que ces météores, que ces grands bolides, sont plus fréquents vers les temps marqués par des apparitions extraordinaires d'étoiles filantes qu'aux autres époques de l'année?

MÉTÉOROLOGIE. — Extrait d'une Lettre de M. **Léopold Pilla** à M. *Élie de Beaumont*.

« .... Nous avons éprouvé, la semaine dernière, une chaleur étouffante, dont on n'a pas eu d'exemple à Naples de mémoire d'homme. C'était une température *africaine* que nous apportait un vent *siroco* qui remplissait notre beau ciel d'un air sombre et caligineux. Cette température a duré surtout pendant deux jours et demi, le 16 et le 17 juillet, et le 18 jusqu'à midi. Dans la journée du 17, le thermomètre de Réaumur, placé à l'ombre, au nord, a marqué à deux heures et demi après midi, 31°; le même instrument, placé au soleil, est monté à 40°. Vous pouvez concevoir quelles souffrances devait produire cette chaleur lybienne. Tout le monde s'accorde à assimiler l'impression de l'air dans ces journées au reflet d'un grand fourneau; il y avait des instants où l'on croyait être suffoqué par les bouffées de chaleur. Le meilleur remède pour s'en garantir était de rester à la maison, les croisées bien fermées. Le matin du 18 j'allai, avec M. Melloni et d'autres amis, par mer, au cap de Pausilippe, pour nous rafraîchir un

peu; le ciel était serein, mais le Vésuve était environné d'un air caligineux et triste, qui se faisait surtout remarquer dans la vallée de l'Atrio del Cavallo. L'action de ce vent a causé de grands dommages aux campagnes; les fruits des vignobles qui sont au pied du Vésuve ont été séchés, de manière que leur récolte est perdue.... La température étouffante dura jusqu'au midi du 18, puis l'air se rafraîchit par un vent du N.-O.

» Le bruit court qu'en Sicile la chaleur a été plus forte encore, et cela devait être; on dit qu'à Palerme elle s'est élevée jusqu'à 35° Réaumur.

» Dans la journée du 16, à un heure et un quart après midi, on éprouva à Naples un tremblement de terre qui fut distinctement ressenti dans toute la capitale : j'étais dans ce moment occupé à écrire; j'observai avec la plus grande précision le mouvement de ma chambre et l'oscillation des croisées; j'éprouvai même un sentiment de vertige. Le tremblement de terre dura presque vingt secondes, puis on en eut la répétition après quelques minutes. Le mouvement fut horizontal et dirigé du N.-E. au S.-O. Je remarquai surtout sa lenteur, ce qui me fit supposer qu'il devait avoir un centre éloigné. Ayant observé le Vésuve dans ce moment, je ne remarquai sur son sommet aucune particularité; seulement le lendemain, jour du maximum de chaleur, il s'éleva de sa bouche une plus grande colonne de fumée, laquelle était repliée comme une longue bande de nuages par le terrible *siroco;* mais après ce jour-là, le cratère est rentré dans son état ordinaire. »

ASTRONOMIE. — *Nébuleuse d'Orion.*

M. DE VICO, directeur de l'Observatoire du Collége romain, adresse à M. Arago diverses épreuves, fort belles, représentant la nébuleuse d'Orion. Cette figure fera partie d'un nouveau volume d'observations qui paraîtra d'ici à quelque temps.

M. de Vico raconte dans sa Lettre comment les épreuves ont été obtenues. M. Rondoni, lithographe, après avoir, en s'aidant d'une excellente lunette de Cauchoix, fait un dessin de la nébuleuse sur papier, reproduisit ce dessin sur pierre à l'aide des procédés daguerriens. La préparation dont M. Rondoni recouvrit sa pierre n'est pas connue de M. Vico. L'artiste lui a dit seulement que l'image *invisible* s'y était imprimée en moins de cinq minutes; qu'ensuite, sans autre préparation qu'une forte *acidulazione,* la pierre, recouverte d'encre ordinaire lithographique, donna des épreuves: les *premières* imparfaites, les suivantes d'une netteté remarquable.

Tout en témoignant nous-même de la netteté des épreuves, nous devons

exprimer notre surprise de voir en dehors de la nébuleuse proprement dite, *cinq* étoiles entourées d'une très-forte nébulosité. Jusqu'ici les astronomes n'avaient remarqué cette intense chevelure qu'autour d'une seule de ces cinq étoiles.

M. **Passot** demande que l'Académie se fasse rendre compte le plus promptement possible du Mémoire qu'il a présenté récemment sur le frein dynamométrique de Prony.

MÉTÉOROLOGIE. — M. *Arago* met sous les yeux de l'Académie un hygromètre que M. Savary avait fait construire, et qu'il a légué à M. Laugier.

Cet hygromètre, suivant l'idée émise jadis par Le Roy, de Montpellier, et appliquée depuis à la construction de divers instruments, conduit à la connaissance de l'état hygrométrique de l'air, en faisant connaître à quel degré la température de cet air doit être abaissée pour que la vapeur se précipite. Il consiste principalement en un thermomètre métallique roulé en spirale. Les éléments inégalement dilatables de cette courbe, sont des lames de platine et d'or soudées ensemble. Le tout est renfermé dans une très-mince boîte circulaire en platine, ayant sur le contour de sa face supérieure un petit rebord qui fait de cette face un godet susceptible de recevoir quelques gouttes de liquide. L'aiguille destinée à marquer la température est placée sous la boîte et reçoit son mouvement d'un axe qui traverse le fond inférieur par son centre. Cette aiguille est double; l'une des deux moitiés s'arrête subitement quand on touche certaine détente. Ajoutons, pour compléter la description, qu'une très-petite ouverture pratiquée sur le contour cylindrique de la boîte en platine, permet de voir à nu une des parties de la surface extérieure du thermomètre métallique.

C'est à la surface de cette partie mise à nu, que se précipite l'humidité de l'air, lorsque l'évaporation de quelques gouttes d'éther déposées sur le couvercle de la mince boîte de platine, a suffisamment refroidi cette boîte et conséquemment le thermomètre qu'elle renferme. D'après la disposition adoptée par M. Savary, *toutes les parties* de son thermomètre métallique doivent avoir à très-peu près la même température. Ainsi s'évanouit la seule objection, quelque peu fondée, qui ait été faite contre les divers moyens à l'aide desquels les physiciens ont essayé de réaliser la pensée de Le Roy.

Il n'est sans doute pas besoin de dire que l'hygromètre de M. Savary se prête avec une égale facilité à l'observation de la précipitation de l'humidité

atmosphérique sur la paroi en or du thermomètre métallique, et à celle de sa vaporisation.

M. **Lebrun**, auteur d'un Mémoire concernant la *construction d'un pont entièrement en béton*, demande communication du Rapport qui a été fait, il y a quelques séances, à l'Académie sur ce Mémoire.

Une ampliation du Rapport sera adressée à M. Lebrun.

M. **Miergues** adresse une Note sur l'emploi du *Guizotia oleifera* dans la teinture du coton.

L'Académie accepte le dépôt de trois *paquets cachetés* présentés par MM. **Vanner**, **Villa Seca**, et **Benoit**.

A 4 heures $\frac{3}{4}$ l'Académie se forme en comité secret. A.

La séance est levée à 5 heures.

ERRATUM. (Séance du 16 août 1841.)

Dans le *Compte rendu* précédent, page 365, *au lieu de :* près du lieu où il *s'est* arrêté pour hiverner, *lisez :* près du lieu où il *s'était* arrêté pour hiverner. M. Ross, en effet, ne tarda pas à renoncer à son premier projet d'hivernage et revint à *Hobart-Town*.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2[e] semestre 1841, n° 7, in-4°.

Monographie des Orchidées recueillies dans la chaîne des Nil-Gherries (Indes orientales); par M. PERROTET, *et décrites par* M. RICHARD. (Extrait des *Annales des Sciences naturelles.*) In-4°.

Notice sur divers Appareils dynamométriques; par M. MORIN; 2[e] édition, in-8°.

Recherches expérimentales et pathologiques sur les propriétés et les fonctions des faisceaux de la moelle épinière et des racines des nerfs rachidiens; par M. LONGET; 1841, in-8°.

Recherches expérimentales sur les fonctions des nerfs et des muscles du larynx, et sur l'influence du nerf accessoire de Willis dans la phonation; par le même; in-8°.

Calculs sur la sortie de vapeurs dans les machines locomotives; par M. JEANNENEY; in-8°.

Annales de la Chirurgie française et étrangère; n° 8, août 1841, in-8°.

Annales de la Société d'Agriculture, Arts et Commerce, du département de la Charente; mars et avril 1841; in-8°.

Monographie de la pupille artificielle, suivie de la description d'une opération nouvelle qui a pour but la distension permanente de la pupille; par M. A. GUÉPIN; in-8°.

Notice sur madame veuve Boivin; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; tome VI, n° 21; in-8°.

Paléontologie française; 23[e], 24[e] et 25[e] livraisons; in-8°.

Revue critique des Livres nouveaux; par M. CHERBULIEZ; août 1841; in-8°.

Journal des Connaissances médicales pratiques; août 1841; in-8°.

A M. le Ministre de la Justice et des Cultes; lettre par M. PASSOT; $\frac{1}{2}$ feuille in-4°.

Académie royale des Sciences, Belles-Lettres et Arts, de Rouen, programme pour 1842; in-8°.

Flora batava; 122ᵉ livraison; in-4°.

Essai sur la Géographie physique et botanique du royaume de Naples, par M. TENORE; Naples, 1827, in-4°.

Memoria... *Mémoire sur le prunier* cocumiglia *de Calabre; par* le même; Naples, 1828, in-8°.

Si la voce... *Le mot* ulva *des anciens désignait-il la généralité des plantes aquatiques des marais ou seulement la* typha latifolia? *par* le même; Naples, 1831.

Memoria... *Mémoire sur diverses espèces du genre* Musa; *par* le même; Naples, 1830.

Della Pinellia... *Mémoire sur la* Pinellia, *nouveau genre de la famille des Aroïdées; par* le même; Naples, 1832, in-4°.

Su di una... *Mémoire sur une singulière conformation des fruits de la* Nymphæa alba; *par* le même; Naples, 1832, in-4°.

Della candidea... *Mémoire sur la* Candidea, *nouveau genre de la famille des plantes synenthérées; par* le même; Naples, 1834, in-4°.

Osservazioni... *Observations sur la Flore de Théocrite et des autres buccoliastes grecs; par* le même, Naples, in-4°.

Memoria... *Mémoire sur une nouvelle espèce d'Angélique; par* le même, Naples, 1837, in-4°.

Tre articoli... *Trois articles relatifs aux excursions faites dans quelques lieux du royaume de Naples, par* MM. GUSSONE et TENORE, *pendant l'été de* 1838; Naples, 1838, in-8°.

Memoria... *Mémoire sur les diverses espèces et variétés de Coton cultivées dans le royaume de Naples; par* M. TENORE; Naples, 1839, in-4°.

Osservazioni... *Observations géognostico-zéologiques sur deux écrits publiés dans le* 3ᵉ *volume des Mémoires de la Société zoologique; par* M. T.-A. CATULLO; Padoue, 1840, in-4°.

Discorso... *Éloge de* J. ARDUIN, *Discours d'inauguration; par* le même; Padoue, 1839, in-4°.

Gazette médicale de Paris; n° 34.

Gazette des Hôpitaux; n° 99—101.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 26.

L'Examinateur médical; n° 9.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — JUILLET 1841.

Jours du mois.	9 heures du matin. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Midi. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	3 heures du soir. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	9 heures du soir. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Thermomètre. Maxim.	Minim.	État du ciel à midi.	Vents à midi.
1	762,63	+16,2		762,47	+17,0		762,05	+19,0		762,34	+15,5		+19,1	+ 9,9	Couvert	O. S. O.
2	761,73	+16,5		761,49	+18,2		761,03	+19,9		761,38	+17,3		+20,0	+14,3	Couvert	O. S. O.
3	760,82	+17,2		760,62	+19,0		759,62	+22,5		758,65	+17,8		+24,1	+16,0	Couvert	N. O.
4	757,30	+23,8		756,47	+24,9		755,96	+26,3		756,85	+16,6		+28,0	+14,0	Nuageux	O. S. O.
5	757,27	+19,0		757,32	+22,3		757,04	+23,2		757,02	+19,8		+24,7	+15,0	Nuageux	O. N. O.
6	753,35	+21,9		752,46	+20,4		752,66	+17,4		753,15	+16,2		+23,6	+14,7	Pluie abondante	O. S. O.
7	756,86	+17,0		756,37	+20,3		755,46	+21,2		753,82	+17,4		+21,9	+13,3	Très-nuageux	N. O.
8	752,33	+17,1		752,89	+18,8		754,55	+18,9		756,95	+14,9		+20,6	+14,0	Couvert	O.
9	757,50	+17,0		757,00	+18,5		756,46	+20,2		756,51	+15,9		+22,0	+11,2	Très-nuageux	O. S. O.
10	755,31	+16,8		753,78	+19,0		753,04	+20,0		751,05	+15,0		+22,2	+12,5	Très-nuageux	O. S. O.
11	741,08	+12,6		742,70	+11,6		742,59	+15,3		746,12	+13,5		+16,8	+10,9	Très-nuageux	O. fort.
12	749,85	+16,1		750,06	+17,6		749,59	+18,5		747,72	+15,6		+19,9	+11,8	Couvert	O. N. O.
13	751,18	+16,2		751,54	+17,4		751,83	+18,1		753,41	+12,3		+19,6	+11,1	Couvert	O. N. O.
14	751,26	+16,4		749,95	+17,4		748,85	+14,2		749,83	+11,0		+19,2	+11,1	Couvert	S. S. O.
15	751,26	+14,5		751,63	+17,7		751,54	+18,8		752,77	+13,2		+19,7	+10,0	Nuageux	S. S. O.
16	754,40	+17,6		754,46	+19,2		754,14	+20,3		755,16	+15,5		+21,6	+ 9,2	Couvert	S.
17	755,90	+19,2		755,39	+22,0		754,49	+22,8		752,44	+18,8		+24,2	+12,5	Quelques éclaircies	S. E.
18	740,97	+16,0		742,14	+14,2		751,54	+14,0		755,02	+16,2		+19,5	+13,9	Pluie	O.
19	755,22	+17,0		755,60	+18,7		756,00	+20,6		756,80	+16,2		+21,6	+12,3	Quelques éclaircies	O. S. O.
20	754,97	+17,8		753,94	+19,0		753,38	+16,4		751,40	+15,4		+19,9	+12,9	Couvert	S.
21	750,05	+18,0		749,88	+18,7		750,00	+19,7		752,65	+14,8		+20,3	+14,4	Couvert	S. O.
22	754,51	+16,5		754,05	+18,5		753,32	+19,4		755,66	+12,0		+20,5	+11,7	Couvert	O. S. O.
23	757,21	+15,2		757,58	+15,8		757,84	+15,7		758,55	+13,3		+17,4	+10,9	Couvert	O. N. O.
24	758,72	+15,4		758,27	+17,8		758,44	+17,7		759,27	+14,1		+20,0	+11,8	Couvert	N. N. O.
25	759,09	+13,8		758,80	+15,0		758,28	+15,5		758,24	+14,2		+16,0	+11,9	Couvert	N.
26	758,26	+15,6		758,10	+18,8		757,72	+19,0		758,38	+16,1		+19,9	+12,1	Quelques éclaircies	N.
27	759,28	+18,6		758,53	+22,4		758,29	+20,5		758,16	+17,2		+23,6	+11,0	Couvert	O.
28	758,19	+16,9		757,08	+21,3		756,29	+21,0		755,27	+17,4		+22,0	+12,3	Couvert	O. S. O.
29	754,74	+17,7		754,00	+17,8		752,97	+18,6		752,40	+14,6		+19,9	+13,5	Très-nuageux	O.
30	752,49	+14,6		752,40	+16,2		751,98	+17,2		750,79	+13,6		+19,0	+11,1	Quelques éclaircies	O. N. O.
31	749,29	+15,2		749,28	+16,4		749,71	+18,1		749,49	+12,2		+18,6	+11,3	Couvert	S. S. O.
1	757,51	+18,2		757,09	+19,8		756,79	+20,9		756,77	+16,6		+22,6	+13,5	... Moy. du 1er au 10	Pluie en centim.
2	750,61	+16,4		750,74	+17,5		751,40	+17,9		752,07	+14,8		+20,2	+11,6	... Moy. du 11 au 20	Cour. 9,850
3	755,62	+16,1		755,27	+18,1		754,99	+18,4		755,35	+14,5		+19,8	+12,0	... Moy. du 21 au 31	Terr.. 8,814
	754,58	+16,9		754,37	+18,5		754,39	+19,1		754,73	+15,3		+20,9	+12,4	.... Moyennes du mois....	+16,6